

71

# **TIEN RAKENTEEN PARANTAMISEN TYÖT JA TYÖMENETELMÄT**

---

**TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS  
JÄRJESTELYTOIMISTO 1975**

**TVH 2.915 A4**

20674

08

TIE



**KAUKO HAKUNTI**

**TIEN RAKENTEEN PARANTAMISEN  
TYÖT JA TYÖMENETELMÄT**

**TIE - JA VESIRAKENNUSHALLITUS**

**Järjestelytoimisto**

**Helsinki 1975**

**TVH 2.915 A4**

## ALKUSANAT

Tien rakenteen parantaminen eroaa varsinaisesta uuden tien tekemisestä siinä, että parantaminen perustuu suuressa määrin olemassa olevan tierakenteen hyväksikäyttöön. Tämän julkaisun tarkoituksena on tarkemmin selvittää rakenteen parantamistöiden luonnetta ja määrää sekä käytettäviä työmenetelmiä. Kyseessä on eräänlainen rakenteen parantamistyömaan töitä koskeva yleisselvitys, ja se perustuu eri tie- ja vesirakennuspiireissä vuosina 1973...1974 tehtyihin työntutkimuksiin, kirjallisuuteen, haastatteluihin ja tie- ja vesirakennuslaitoksen raporttitietoihin. Julkaisussa käsitellään rakenteen parantamista pääasiassa työn toteuttamisen kannalta. Työn suorituksen, työmenetelmien ja työssä käytettävien toimintayksikköjen ohella kiinnitetään huomiota mm. työpaikkajärjestelyihin ja työmaan läpi kulkevan liikenteen hoitoon.

Helsingissä kesäkuussa 1975

Kauko Hakunti



# SISÄLLYSLUETTELO

1.	J O H D A N T O	1
1.1	RAKENTEEN PARANTAMISEN KÄSITE	1
1.2	RAKENTEEN PARANTAMISEN MERKITYS MAAMME TIENPITOTOIMINNASSA	2
2.	R A K E N T E E N P A R A N T A M I S T Y Ö T	2
2.1	YLEISTÄ	2
2.2	RAKENTEEN PARANTAMISTYÖMAILLA TEHTÄVÄT TYÖT	3
2.3	RAKENTEEN PARANTAMISTÖIDEN TYÖMÄÄRÄT	3
3.	R A K E N T E E N P A R A N T A M I S T Ö I D E N T Y Ö M E N E T E L M Ä T	6
3.1	YLEISTÄ	6
3.2	KUIVATUSTYÖT	6
3.21	Sivuojen aukaisu ja kaivu	6
3.22	Salaojen teko	9
3.23	Rumpujen uusiminen ja rakentaminen	10
3.24	Muut rumputyöt	14
3.3	TIEPOHJAN VAHVISTAMINEN	16
3.31	Massanvaihto pehmeikkökohdilla	16
3.32	Sementtistabilointi	18
3.4	VANHAN TIEN LEIKKAUS- JA PENGERRYSTYÖT	21
3.41	Maan leikkaus	21
3.42	Kallion leikkaus	24
3.43	Pengernostot	25
3.44	Pengertäminen louheella	26
3.45	Kevytsorapenkereiden rakentaminen	27
3.5	VANHAAN TIERAKENTEeseen LIITTYVÄT MUUT TYÖT	29
3.51	Pientareen leikkaus	29
3.52	Luiskan täyttö	30
3.53	Öljysorapäällysteen rikkominen	32
3.6	PÄÄLLYSRAKENNEKERROSTEN RAKENTAMINEN JA VAHVISTAMINEN	33
3.61	Yleistä	33
3.62	Suodatin ja eristyskerroksen sekä jakavan kerroksen rakentaminen	34
3.63	Kantavan kerroksen rakentaminen ja vahvis- taminen	37
3.64	Lämpöeristeiden rakentaminen tien päällys- rakenteeseen	40

4. YHTEENVETO

KIRJALLISUUSLUETTELO

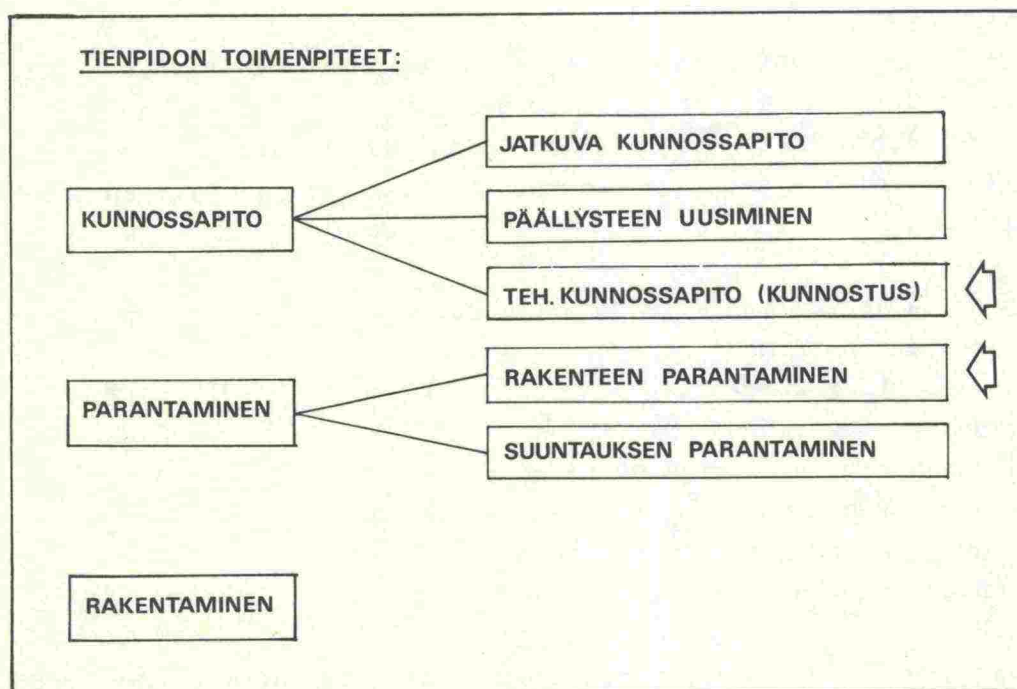
## 1. JOHDANTO

### 1.1 RAKENTEEN PARANTAMISEN KÄSITE

Tien rakenteen parantamisella tarkoitetaan sellaisia olemassa olevan tien liikennekelpoisuuden lisäämiseksi tähtääviä toimenpiteitä, jotka parantavat tien rakennetta ja poikkileikkausta, mutta vain rajoitetussa määrin muuttavat tien linjausta ja tasausta /1/. Kuva 1 havainnollistaa rakenteen parantamisen määrittelyä eräänä tienpitoon kuuluvana keskeisenä osatekijänä.

Nimitystä rakenteen parantaminen käytetään parantamisen yhteydessä silloin, kun toimenpide kohdistuu nimenomaan vanhaan, olemassa olevaan rakenteeseen ja tarkoituksena on pääasiassa tien kantavuuden lisääminen, routimisesta aiheutuvien haittojen vähentäminen ja tien pinnan laadun kohentaminen.

Käytännössä rakenteen parantamiseen katsotaan kuuluvan rakennekerrosten vahvistamisen lisäksi tarpeellisiksi havaitut kuivatuksen parantamistyöt sekä tien geometriaa parantavina toimenpiteinä tien leventäminen, jyrkkien kaarteiden oikaiseminen ja pienehköt mäkien leikkaukset ja penkereiden korotukset.



Kuva 1. Rakenteen parantaminen tienpidon toimenpidekentässä



## 1.2 RAKENTEEEN PARANTAMISEN MERKITYS MAAMME TIENPITOTOIMINNASSA

Rakenteen parantaminen muodostaa varsin tärkeän osan yleisten teiden tekemiseen kuuluvassa toimenpideryhmittelyssä. Vuonna 1974 käytettiin maassamme rakenteen parantamiseen noin 32 % teiden tekemiseen osoitetuista määrärahoista. Lähivuosina kehitys ilmeisesti jatkuu - jopa voimistuneenakin - samaan suuntaan. Kun tällä hetkellä kunkin toimenpideryhmän (rakentaminen, suuntauksen parantaminen, rakenteen parantaminen) osuus kustannuksista on melko tarkkaan saman suuruinen (runsas 30 %), rakenteen parantamisen osuus kasvaa vuosikymmenen loppuun mennessä noin 40 %:iin. Tie-kilometreissä mitattuna rakenteen parantamisen määrä on huomattavasti muita vaihtoehtoja suurempi, vuonna 1974 noin 55 % ja vuosikymmenen lopulla jopa 70 % tien tekemisen kokonaispituudesta.

Rakenteen parantamisen suoritelmäärät jakautuvat eri tietyyppien kesken siten, että vajaa 80 % parannettavista tie-kilometreistä on 2-kaistaisia öljysora- tai kestopäällysteellä päällystettäviä teitä ja yli 20 % pieniä tietöitä, paikallistietöitä sekä siltojen rakentamisen yhteydessä tehtäviä parannustöitä. Nelikaistaisten teiden osuus parannettavien teiden kokonaispituudesta jää pieneksi, alle 1 %:n suuruiseksi. /2/

## 2. RAKENTEEEN PARANTAMISTYÖT

### 2.1 YLEISTÄ

Rakenteen parantamisen yhteydessä suoritettavat toimenpiteet voivat olla luonteeltaan ja toteutukseltaan hyvinkin erilaisia riippuen parannettavasta alkuperäisestä tiestä, sille asetetuista tavoitteista ja mm. paikallisista olosuhteista johtuvista tekijöistä (tieosan liittyminen muuhun tieverkkoon).

Rakenteen parantamiseksi tehtäviä parantamistoimempiteitä ovat mm. /1/:

- päällysteen parantaminen
- routavauriokohtien korjaus
- kuivatuksen tehostaminen
- tien leventtäminen ja liittymien parantaminen
- tien tasausviivan korkeuden vähäinen muuttaminen
- päällysrakennekerrosten vahvistaminen
- tien suuntauksen vähäinen muuttaminen

Luetelluista toimenpiteistä saattaa jokin yksinäänkin tulla kysymykseen parantamista toteutettaessa.. Tavallisesti kuitenkin rakenteen parantaminen muodostuu toimenpideyhdistelmästä, joka käsittää useita, monesti kaikkikin edellä mainituista tapauksista.



## 2.2 RAKENTEEEN PARANTAMISTYÖMAILLA TEHTÄVÄT TYÖT

Edellä esitetty parantamistoimenpiteiden ryhmittely antaa vain yleisluonteisen kuvan siitä, minkälaiden töiden kanssa rakenteen parantamistyömaalla joudutaan tekemisiin. Seuraavassa tarkastellaan yksityiskohdaisemmin niitä eri työlajeja, jotka kyseisissä tilanteissa saattavat tulla esille.

Rakenteen parantamistyömailla tehtävistä töistä on laadittu erillinen työluettelo (kuva 2). Siihen on pyritty kokoamaan paljon sellaisia töitä, jotka jossakin parantamisen vaiheessa saattavat tulla kyseeseen riippumatta siitä tehdäänkö ne samaan tapaan kuin normaalin rakentamisen yhteydessä, vai ovatko ne pelkästään rakenteen parantamisen yhteydessä esiintyviä erikoistoimenpiteitä.

Rakenteen parantamistyömailla muodostavat keskeisen osan työvaiheet, jotka jollakin tavoin liittyvät vanhaan tierakenteeseen ja sen rakennekerrosten uusimiseen ja vahvistamiseen. Tämä on ryhmittelyssä pyritty ottamaan huomioon. Luettelon ulkopuolelle on jätetty muutamia tienrakennustyömaiden yhteyteen tavanomaisesti kuuluvia työkokonaisuuksia kuten läjittäminen, murskaus jne.. Työluetteloon kootuilla eri työlajeilla pyritään nimittäin antamaan kuva lähinnä siitä rakenteen parantamiseen kuuluvasta toimenpidekentästä, jonka välittömänä seurauksena lopullinen tuote syntyy. Tästä syystä luettelo sisältää vain sellaisia töitä, jotka suoritetaan itse tielinjalla ja jotka ovat varsinaista tiehen kohdistuvaa parantamistoimintaa.

## 2.3 RAKENTEEEN PARANTAMISTÖIDEN TYÖMÄÄRÄT

Koska rakenteen parantamisen, samoin kuin muunkin tien rakentamisen yhteydessä, noudatetaan tierakennustöiden suoriteryhmittelyn mukaista töiden jaottelua, ei työmääristä ole mahdollista saada muunlaista kuin mainitun suoriteryhmittelyn avulla ilmaista tietoa. Tämä merkitsee sitä, että monia rakenteen parantamisen kannalta keskeisiä työkokonaisuuksia, niiden **suoritemääriä** ja kustannuksia ei voida suunnittelu- eikä jälkilaskentavaiheessakaan tarkastella erillisinä toimintoina, vaan ne "hautautuvat" litteroinnin mukaisesti rakentamisen muihin työlajeihin. Taulukossa 1 esitetään tärkeimpien rakenteen parantamistöiden keskimääräiset työmäärät litteroittein. Tiedot taulukkoa varten on kerätty vuosina 1973 ja 1974 valmistuneiden rakenteen parantamishankkeiden jälkilaskenta-aineistosta (hankkeen tulospöytäkirjoista).



Kuva 2. Rakenteen parantamistyömaan työluettelo

RAKENTEEN PARANTAMISTYÖMAAN TYÖT							
ALUSTAVAT TYÖT	KUIVATUSTYÖT	TIEPOHJAN VÄHISTÄMINEN	VANHAN TIEN LEIKKAUS- JA PENGERRYSTYÖT	MUUT VANHAAN TIERAKENTEeseen LIITTYVÄT TYÖT	PÄÄLLYSRAKENNEKERROSTEN RAKENTAMINEN/VÄHISTÄMINEN	RAKENTEEN PARANTAMISELLE TYYPILLISIÄ MUITA TYÖKONAJAUSUUKSIA	VIIMEISTELYTYÖT
Purkamistyöt	Ojitustyöt	Massanvaihto pehmeikkökohtilla	Maan leikkaus	Pientareen leikkaus	Suodatin- ja/tai eristyskerros	Tien vähäinen oikaisu	Luiskien tasmaaminen
Hyötypuun hakkuu	- sivuojen aukaisu/kaivu	- ylpenkereiden ja räjäytysten avulla	Kallion leikkaus	Luiskan täyttö (tien levennys)	Jakava kerros	Liittymien rakentaminen/parant.	Kaiteet, puomit, reunakivet jne.
Maivaustyöt	- lasku ym.ojien aukaisu/kaivu	- kaivamalla	Pengerristystyöt	Öljysorapäälläyksen rikkominen	Kantava kerros	Linja-autopysäkkien rakentaminen	Pysyvät liikenteen ohjauslaitteet
	- putkialaajien teko	Stabilointi	- routivat materiaalit		Lämpöeristeet	Levähdys- ja pysäköintialueiden rakentaminen	Ajoratamerkinnot
	- sorasalaajien teko	- sementtistabilointi	- louhepenkereet		Päällistystyöt		Valaistus
	Rumputyöt	- kalkkistabilointi	- kevytsorapenkereet		Päällysrakenteen parantaminen syväasfaltilla		Verhoukset
	- bp-rumpujen rakent./uusim.	- reikästabilointi					Istutukset
	- bp-rumpujen jatkaminen						Muut laitteet
	- sivuojarumpujen rakent./uusiminen						
	- teräsaaltalevy-rumpujen rakentaminen						
	- muut rumputyöt (mm. kivirump. jatkam.)						

Taulukko 1. Tärkeimpien rakenteen parantamistöiden keskimääräiset  
työmäärät litteroittain

LITTERA JA TYÖ	Yksikkö	Keskim. työ määrä		
		Kylmäp.	Kuumap.	Kaikki yht.
1120 Hyötypuun hakkuu	j3/km	500	150	230
1130 Raivaustyöt	m2/km	9030	6730	7280
1220 Maapohjan vahvistaminen	m2/km	340	260	280
1310 Avo-ojitus	m3ktr/km	1380	1560	1520
1320 Salaojitus	m/km	-	35	30
1330 Rumputyöt	m/km	45	45	45
1410 Kallion leikkaus	m3ktr/km	280	340	330
1440 Pengertäminen louheella	m3rtr/km	150	170	170
1510 Maan leikkaus	m3ktr/km	2580	2420	2460
1520 Pehmeän perusmaan poisto	m3ktr/km	340	170	210
1530 Pengermassojen hankinta	m3ktd/km	1310	1410	1390
1540 Pengertäminen maamassoilla	m3rtr/km	2730	2230	2350
1610 Suodatin- ja eristyskerros	m3rtr/km	2290	1400	1610
1620 Jakava kerros	m3rtr/km	1200	2170	1940
1630 Kantavan kerroksen sitom.osa	m3rtr/km	1320	1330	1330
1640 Kantavan kerroksen sid. osa	m2/km	-	1600	1210
1660 Kuumana sek. kulutuskerros	m2/km	-	8300	6310
1670 Kylmänä sek. kulutuskerros	m2/km	6160	-	1480
1710 Pysyvät suojalaitteet	m/km	50	90	80
1730 Ajourata merkinnät	m/km	510	990	870
1750 Verhoukset	m2/km	10530	8960	9340
Parannettujen teiden kokonaispituus	km	180,98	322,13	503,11

Päällysrakennetyöt, maan leikkaus- ja pengerrystyöt sekä kuivatustyöt ovat keskeisimpänä osana rakenteen parantamistyömaiden työmäärissä. Kylmä- ja kuumapäällysteisten teiden suoritelmäärät eroavat muutamien litte-roiden kohdalla melko paljon toisistaan, mutta yleensä ne ovat lähellä toisiaan ja töiden jakautuminen eri litteroille noudattaa molemmissa ta-pauksissa samoja yleislinjoja. Huomio kiinnittyy siihen, että vaikka kylmäpäällysteiset tiet tavallisesti ovat kuumapäällysteisiä teitä alem-piluokkaisia ja laatutasoltaan vaatimattomampia, niin niiden kilometriä kohti lasketut suoritelmäärät ovat joidenkin työlaajien osalta kestopääl-lysteisten teiden vastaavia määriä suurempia. Näin on asianlaita eri-tyisesti maan leikkaukseen ja pengerrykseen liittyvien töiden kohdalla. Tämä johtuu ilmeisesti siitä, että kuumapäällysteisistä teistä useimmat ovat jo ennen parantamista olleet öljysorapintaisia ja ns. rakennettuja teitä ja linjauksen puolesta vähäisempien muutoksien tarpeessa, joten niiden yhteydessä pääpaino on kohdistunut enemmän rakennekerrosten vah-vistamiseen ja tien leventämiseen.

Öljysoralla päällystettävät tiet sen sijaan ovat olleet aikaisemmin suu-relta osin sorapintaisia ja tavallisesti linjaukseltaankin sangen puut-teellisia ja tähän luokkaan kuuluvat hankkeet sisälsivät lähes kaikki vä-häisiä suuntauksen ja tasauksen muutoksia muun parantamisen ohella.



### 3. RAKENTEEN PARANTAMISTÖIDEN TYÖ - MENETELMÄT

#### 3.1 YLEISTÄ

Rakenteen parantamistöissä käytettävät työmenetelmät vaihtelevat melko paljon niin paikallisten olosuhteiden (maasto, maaperä, käytettävissä olevat koneet, työn määrä ja laatu jne.) kuin vallitsevien rakentamistottumustenkin mukaan. Tämän johdosta ei ole syytä esittää kaikkia mahdollisesti kysymykseen tulevia työmenetelmävaihtoehtoja, vaan tarkoituksena on lähinnä antaa yleiskuva tavallisimmista ja usein samalla myös soveliaimmiksi havaituista rakenteen parantamistöiden työmenetelmistä.

#### 3.2 KUIVATUSTYÖT

Rakenteen parantamistyoilla ovat tärkeimpiä kuivatuksen tehostamiseksi tehtäviä töitä sivuojien aukaisu ja kaivu sekä erilaiset rumputyöt. Yleensä vanhoja oja ja rumpuja pyritään käyttämään mahdollisimman paljon hyväksi kuivatusta uusittaessa, joten parantamistoimenpiteiden luonne ja määrä riippuvat ensisijaisesti olemassa olevan kuivatussysteemin toimivuudesta ja tehokkuudesta.

##### 3.21 Sivuojien aukaisu ja kaivu

Sivuojien parantamista suoritetaan jokaisella rakenteen parantamistyo- maalla (vrt. kohta 2.3). Tämä johtuu joko vanhojen ojien tukkeutumisesta ja kuivatuksen puutteellisuudesta tai tien levantämisen aiheuttamasta ojien sijainnin muutoksesta.

Sivuojien tukkeutumiseen on vaikuttamassa monia eri tekijöitä /3/:

- pakkaantuneen lumen aiheuttamat tukkeutumat keväällä lumien sulamisvaiheessa
- liikenteen ja sateen vaikutuksesta aiheutuva saviorateiden kulutuskerroksesta irtoavan maa-aineksen kulkeutuminen ja kerääntyminen sivuojiin
- liettyminen
- kasvillisuuden aiheuttamat tukkeutumat
- heikosta tien kantavuudesta johtuva sivuojien umpeutuminen (erityisesti tien sisäkaarteissa)
- routimisen nostamat maakivet

Ojien kunnostaminen ei ilman muuta edellytä niiden syventämistä. Lehti- puun tekeminen tutkimusten mukaan /4/ oja syventämällä voidaan vähentää routimista vain niissä aniharvoissa tapauksissa, joissa pohjaveden pinta merkittävästi alenee. Jos parannettavalla tiellä nykyinen kuivatus on osoittautunut riittäväksi, tehdään avo-ojitus olemassa olevan ojan mi-

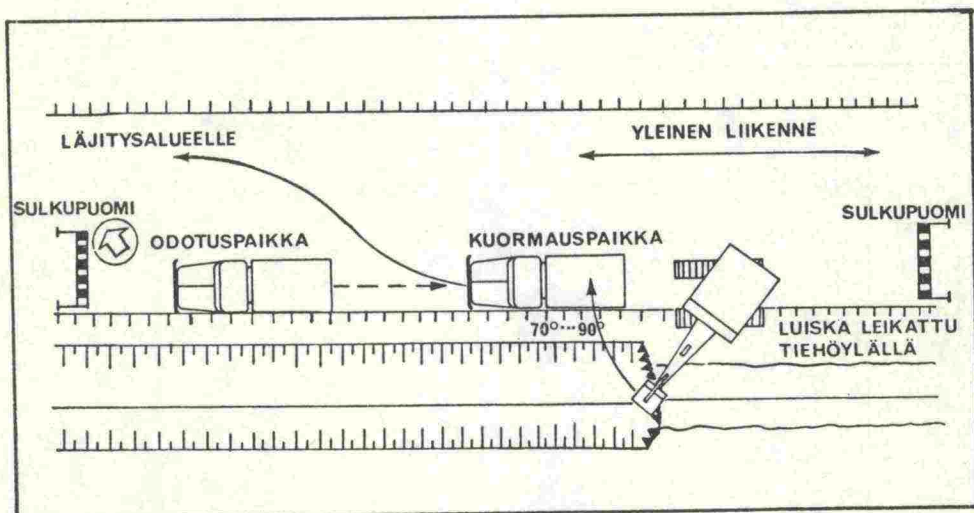
toitusta vastaavaksi. Sivuojen parantamista suunniteltaessa ja toteutettaessa tulee varmistua siitä, että tehtävä toimenpide on aiheellinen ja että se todella tulee poistamaan tai ainakin riittävässä määrin vähentämään esiintyviä haittoja. /5/

### Työmenetelmät

Sivuojen aukaisu ja kaivu käsittävät varsinaisen kaivutyön lisäksi materiaalin kuormauksen kuljetusajoneuvoon sekä luiskien tasaaminen. Mikäli tietä parantamisen yhteydessä samalla levennetään, tien sisäluiskat viistetään tiehöylällä ennen kaivutyöhön ryhtymistä (vrt. kohta 3.51).

Teknisesti sivuojen aukaisuun ja kaivuun sopivat kaivukoneet (hydrauliinen ja mekaaninen kaivukone sekä traktorikaivuri), tiehöylät, pyöräkuormaajat, puskutraktorit sekä eri tyyppiset oja-aurat. Yleisimmin teiden parantamisen yhteydessä käytetään hydraulista kaivukonetta ja traktorikaivuria. Työ voidaan näillä suorittaa joko sivultakaivuna tai päältäkaivuna. Sivultakaivussa kaivu tapahtuu parannettavalta tieltä käsin toisen telan ollessa tiehöylän viistämällä luiskalla. Pääältäkaivussa kone liikkuu ojan keskilinjaa pitkin ja siirtyy taakse päin sitä mukaan kuin työ edistyy. Kone varustetaan tällöin yleensä muutokauhalla. /6/

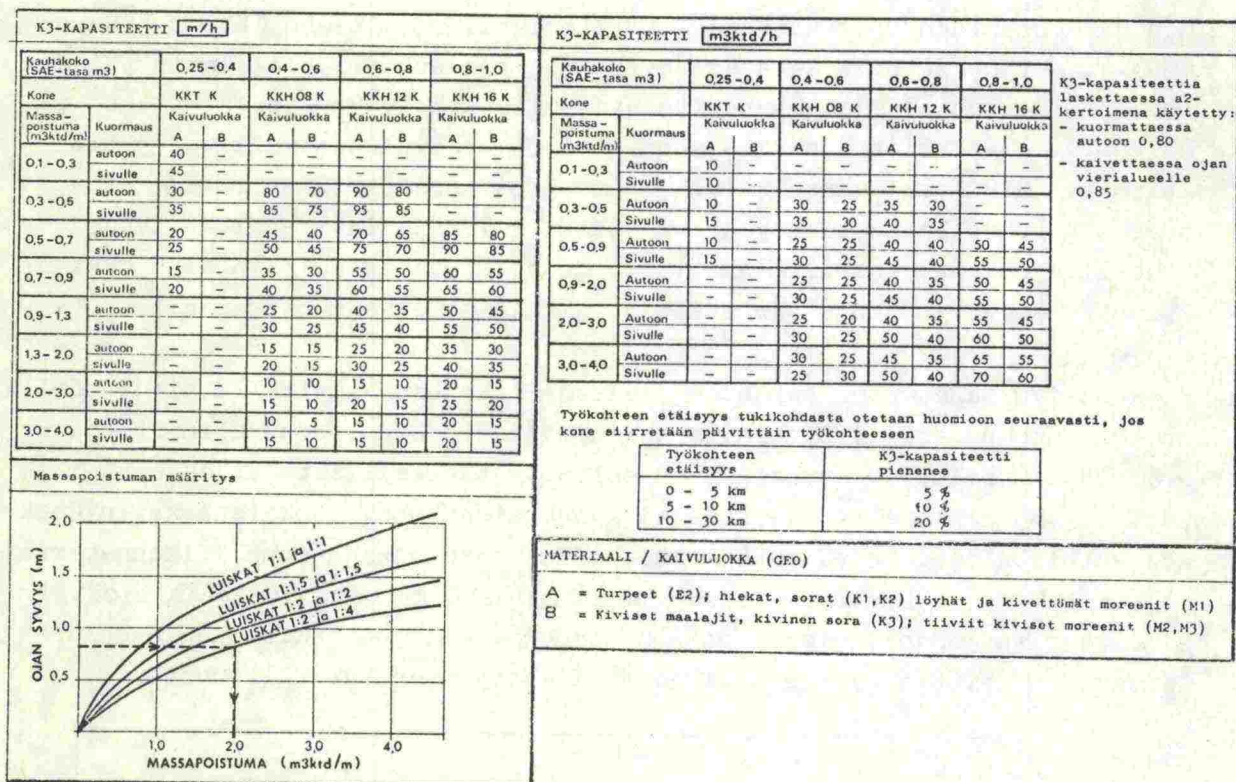
Koska kaivu lähes aina tapahtuu yleisen liikenteen alaisella tieosuudella, on työkohteen järjestelyihin, etenkin liikenteen hoitoon, kiinnitettävä erityistä huomiota. Kuvassa 3 on esitetty tarpeelliset järjestelyt liikenteen ohjaamiseksi turvallisesti kaivupaikan ohi. Jokaista kaivuyksikköä kohti tulee olla vähintään yksi liikenteenohjaaja muun liikennemerkkiyms. opastuksen lisäksi. Kaivukone ja kuljetuskalusto pyritään lisäksi sijoittamaan mahdollisimman paljon sivuun itse ajoradasta. Näin saadaan liikenteen käyttöön vapaata tilaa ja lisättyä sen turvallisuutta.



Kuva 3. Työpaikkapiirros sivuojan kaivusta rakenteen parantamistyömaalla



Sivultakaivun ja päältäkaivun työsaavutuksissa ei ole voitu todeta mitään huomattavia eroja. Pääältäkaivussa tosin kaivu- ja kuormaus suunnan välinen käänkökulma muodostuu jonkin verran pienemmäksi kuin sivultakaivussa, mutta enemmän kuin tästä riippuu kaivutyön kapasiteetti kuitenkin käytetystä koneesta, maaperän kaivu vaikeudesta ja massapoistumasta kaivun yhteydessä. Yleensä kaivualustan epätasaisuus ja pehmeys rajoittavat päältäkaivun toteuttamismahdollisuuksia vanhoja teitä parannettaessa. Tarkeempia tietoja sivuojan kaivun työsaavutuksista on mm. kuvassa 4.



Kuva 4. Sivuojan puhdistuksen työvuorokapasiteetti /7/



### 3.22 Salaojien teko

Salaojien pääasiallisena tarkoituksena on maahan imeytyneen veden ja pohjaveden kerääminen ja poisjohtaminen sekä tarvittaessa pohjaveden pinnan alentaminen. Salaojia käytetään lisäksi estämään ylempänä sijaitsevasta maaperästä tapahtuva veden virtaus tierunkoon. Salaojituksen avulla on leikkauksissa mahdollista välttyä syvien sivuojen kaivulta. Samalla saadaan leikkauksen edellyttämä tilantarve (vaikuttaa lunastuskustannuksiin) ja syntyvät leikkausmassamäärät tavallista huomattavasti pienemmiksi. Näin ollen salaojitus on usein käyttökelpoinen kuivatusratkaisu vanhoja teitä parannettaessa.

Salaojia tehtäessä tulee vanhan sivuojan suomia mahdollisuuksia käyttää hyväksi. Yleensä salaojat pyritään sijoittamaan ajoradan ulkopuolelle ja siten, että niiden kaivannot voidaan tehdä mahdollisimman edullisesti muiden leikkaus- ja kaivutöiden yhteydessä. /5/, /8/

#### Työmenetelmät

Salaojien teon eri työvaiheet ovat salaojan kaivu, kaivannon pohjan tasoitus ja salaojaputken asennus sekä viimeisenä vaiheena kaivannon täyttö.

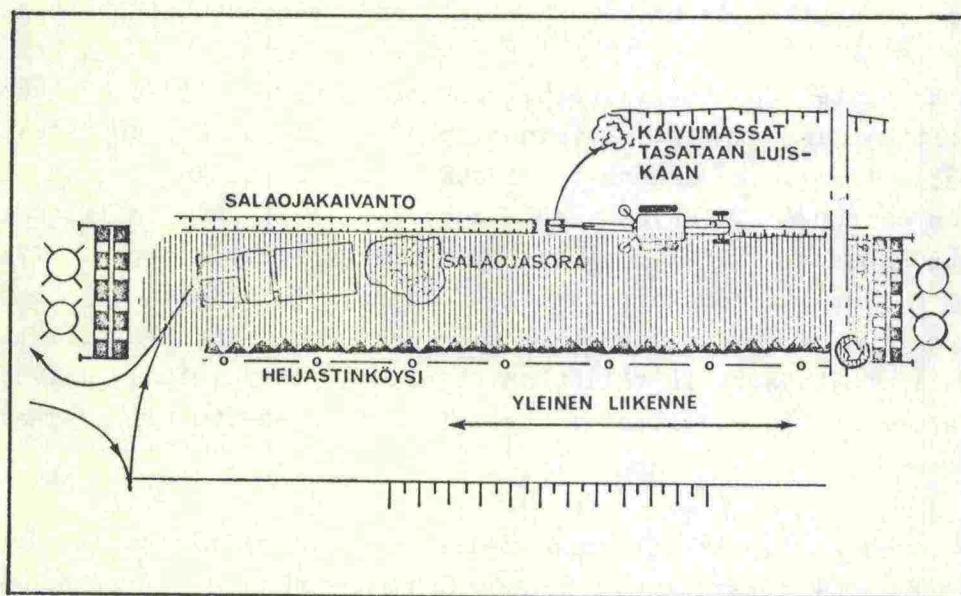
Salaojan kaivu tehdään tavallisesti traktorikaivurilla päältäkaivuna kuvan 5 osoittamalla tavalla. Kaivannon pohja tasataan kaivun jälkeen salaojasoralla, ja 1...2 rakennustyömiestä suorittaa tämän jälkeen salaojaputkien asennuksen. Käytettäessä muoviputkia ei putkien liitoskohdissa tarvita saumausta. Salaojaputket peitetään sivulta ja päältä vähintään 0,15 m paksulla sorakerroksella. Loppuosa salaojasta täytetään joko eristyshiekalla rakennekerrosten teon yhteydessä tai traktorikaivurin nostelemalla täyttösoralla välittömästi alkutäytön jälkeen. Kaivettaessa salaoja ajoradan ulkopuolelle ei täytteille ole asetettu tiiviysvaatimuksia.

Työkohteen järjestely toteutetaan yleisen liikenteen alaisella tieosuu-  
della kuvan 6 mukaisesti. Mikäli sorakuormat joudutaan purkamaan kaivannon viereen suoraan liikenteen käyttämältä ajokaistalta, tulee liikenneturvallisuu-  
teen kiinnittää erityistä huomiota. Työn aikana järjestetään koh-  
teen pituudesta riippuen 1...2 rakennustyömiestä ohjaamaan liikenne mah-  
dollisimman sujuvasti kaivupaikan ohi.



Kuva 5. Salaojan kaivua traktorikaivurilla

Salaojien teon työsaavutus riippuu lähinnä kaivutyöhön kuluva ajasta ja siis kaivukoneen kapasiteetista. Työsaavutuksista ei toistaiseksi ole saatavissa kovin tarkkoja tietoa. Kaivutyön kapasiteetit lienevät kuitenkin suuruusluokaltaan verrattavissa sivuojien kaivun vastaaviin arvoihin (vrt. kuva 4).



Kuva 6. Työpaikkapiirros salaojan teosta rakenteen parantamistyömaalla

### 3.23 Rumpujen uusiminen ja rakentaminen

Rakenteen parantamistyömailla rumputyöt ovat suurimmaksi osaksi vanhojen betoniputkirumpujen uusimiseksi tehtäviä töitä. Joissakin tapauksissa tulee kysymykseen myös rumpujen rakentaminen kokonaan uuteen paikkaan. Tavallisimpia rumpujen uusimiseen vaikuttavia syitä ovat mm. /9/:



- rummun mitoitus on lisääntyneelle vesimäärälle riittämätön (metsäojitukset, salaojat, purojen perkaukset, soiden kuivatukset jne.)
- routimisen aiheuttamat "heitot" ja rumpujen rikkoontumiset
- raskaan liikenteen aiheuttamat vauriot betoniputkirummuissa
- vanhojen, laadultaan heikkojen betoniputkirumpujen rapautuminen (jätevedet, soiden kuivatusvedet ym.).

Yleensä rummut tehdään betoniputkinormien mukaisista uurreputkista tai teräksisistä aaltolevyputkista. Betoniputkirumpuja käytetään kaikissa tavanomaisissa tilanteissa, joissa läpimitaltaan 1800 mm:n pyöreä putki on riittävä ja joissa perustamistapa ei tee suuria muodonmuutoksia todennäköiseksi. Aaltolevyputket taas tulevat kysymykseen suuria ja matalia putkikokoja tarvittaessa sekä rakennettaessa alikulkukäytäviä. /10/

Rumpuja rakennettaessa yleisin perustamistapa on suoraan kantavalle pohjamaalle (pohjamaa soraa tai sitä karkeampaa kiviainesta) tai sora-arinalle perustaminen. Vaikeissa pohjaolosuhteissa rumpu voidaan perustaa lavan tai paalujen varaan. Betoni- ja aaltolevyputkirumpujen normaalit perustamistavat on esitetty mm. julkaisussa /11/.

#### Työmenetelmät

Rumpujen uusimisessa ja rakentamisessa voidaan erottaa seuraavat työvaiheet:

- kaivannon teko
- rumpualustan teko
- rummun asennus
- ympäristäytö ja viimeistely

Ennen varsinaista kaivutyön aloittamista rakennetaan työkohteeseen tarvittaessa ohitustie ja työpato. Rumpukaivanto kaivetaan tavallisesti hydraulisella tai mekaanisella kuokkakaivukoneella, joka toimii koko rumputyön peruskoneena. Kaivu tapahtuu olosuhteista riippuen joko päältä- tai sivultakaivuna.

Rumpualustaa tehtäessä sora puretaan suoraan kuljetusvälineistä kaivantoon tai mikäli kiviaines on jo aikaisemmin tuotu työkohteeseen kaivukone siirtää sen kaivannon pohjalle. Arinan tasaamisen suorittavat kaivukone sekä rummun teossa mukana olevat rakennustyömiehet (tavallisesti 2 kpl). Soran tiivistämiseen käytetään tärylevyä. Tiivistäminen tehdään enintään 0,30 m kerroksina.

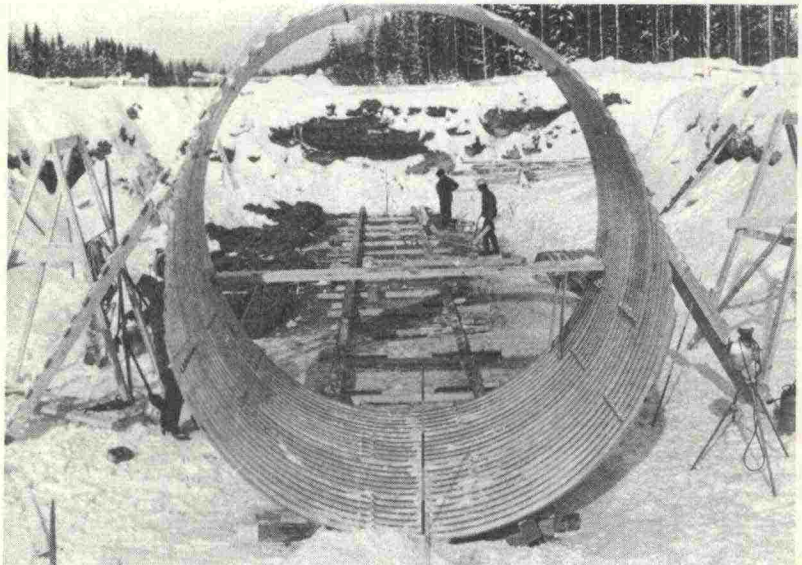
Betoniputkirumpujen asennuksessa käytetään apuna aluspuita (enintään 100 x 100 mm:n puutavaraa). Puut upotetaan sora-arinaan siten, että niiden yläpinnat ovat arinan yläpinnan tasossa. Rumpuputket nostetaan kaivantoon kaivukoneen kauhaan kiinnitetyllä nostokoukulla ja rakennustyömie-



het asentavat ne lopullisesti paikoilleen. Putkien saumat peitetään vähintään 0,20 m levyisillä huopakaistaleilla.

Teräsaaltolevyrumpujen kokoaminen voi tapahtua joko kaivannossa (kuva 7) tai sen ulkopuolella. Menetelmän valinta riippuu kaivannon kuivuudesta, työn kiireellisyydestä ja saatavissa olevasta nosturikalustosta.

Kiireellisissä tapauksissa tai kun kaivannossa on runsaasti vettä rumpu kootaan kaivannon ulkopuolella. Kokoaminen on tällöin mahdollista suorittaa samanaikaisesti kaivutyön ja sora-arinan teon kanssa.



Kuva 7. Teräsaaltolevyrummun kokoaminen kaivannossa

Teräsaaltolevyrumpujen yhteydessä ei saa käyttää pysyviä aluspuita, vaan asennusaluista poistetaan kaivannosta rummun kokoamisen jälkeen. Rummun siirtäminen kaivantoon tapahtuu yleensä kumipyöränosturilla. Tavallisesti rakennustyömiesten määrä vaihtelee teräsaaltolevyrumpujen teossa 4...6 mieheen.

Betoniputkirumpujen ympärystäyttyöön käytetään routimatonta kiviainesta, jonka maksimiraekoko saa olla 100 mm (murskatulla kiviaineksella 65 mm). Yleensä pyritään välttämään soran purkamista suoraan auton lavalta kaivantoon, koska rumpurenkaat saataisivat tällöin liikkua pois paikaltaan. Sora tiivistetään esim. tärylevyllä enintään 0,30 m kerroksina (kuva 8). Teräsaaltolevyrumpujen täyttösoran maksimiraekoko on 65 mm. Täyttö aloitetaan sullomalla soraa putken alle molemmilta puolilta samanaikaisesti. Kun alustan täyttö on tehty, jatketaan ympärystäyttyä samaan tapaan kuin betoniputkirumpujen tapauksessa. Suurissa täyttötöissä voidaan käyttää apuna telapuskutraktoria. /11/

Kaivannon pinnan lopullinen taseus ja tiivistys täytön jälkeen suoritetaan tiehöylällä tai telapuskutraktorilla.



Kuva 8. Rummun täytösoran tiivistäminen tärylevyllä



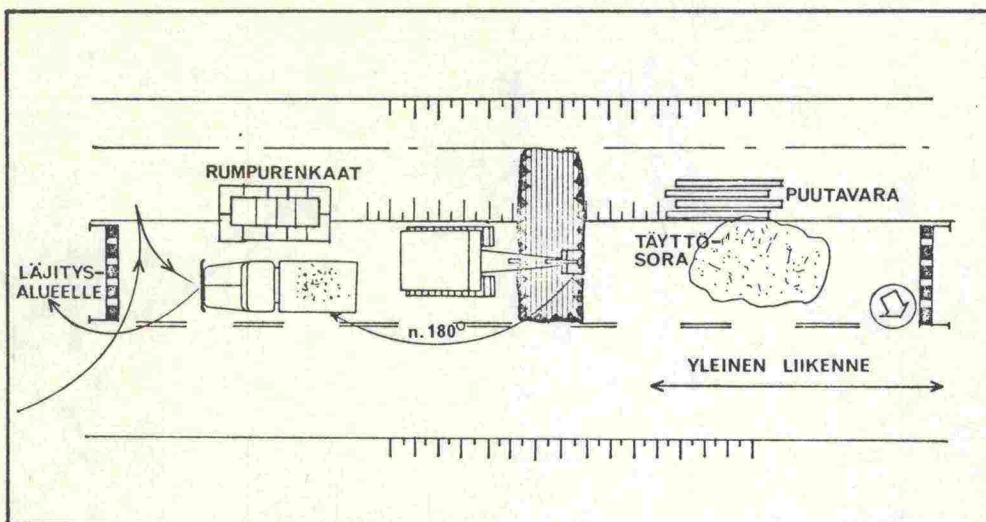
Työkohteen järjestelyissä on liikenteen ohjaamisen lisäksi kiinnitettävä erityistä huomiota työssä tarvittavien materiaalien välivarastointiin sekä myös veden juoksutukseen ja rumpukaivannon kuivana pitämiseen. Mikäli tie katkaistaan työn ajaksi, liikenne ohjataan joko kiertotietä pitkin tai työkohteen viereen rakennetaan liikenteelle väliaikainen ohitus-tie. Jos taas työ tehdään puoli tietä kerrallaan, liikenteen järjestelyt ovat periaatteessa samanlaiset kuin esim. sivuojien kaivun yhteydessä (liikennemerkkit, puomit, liikenneopas jne.). Kuvassa 9 on työpaikkapiirros rummun rakentamisesta puoli tien leveyttä kerrallaan.

Betoniputkirummun uusimisen työsaavutus riippuu suurelta osin kaivannon tekoon kuluva ajasta. Tavallisesti kaivukoneen työvuorokapasiteetti ( $K_3$  - kapasiteetti) vaihtelee kaivutyössä noin  $20...50 \text{ m}^3/\text{h}$  ja rumputyön kokonaiskesto aika on kaivannon ja kaivukoneen koosta sekä maan laadusta riippuen noin  $8...20 \text{ h}$ .

Tehtäessä työ puoli tietä kerrallaan, käytetään kummankin rumpupuoliskon tekoon aikaa tavallisesti yksi työvuoro. Liikenneturvallisuuden takia ei avonaista kaivantoa mielellään jätetä tielle yön ajaksi. Tästä syystä toisen puoliskon teko aloitetaan saman työvuoron aikana vain mikäli se on mahdollista saada valmiiksi korkeintaan 2 tunnin ylityöllä.

Aaltolevyputkirumpujen rakentamisessa on myös rummun kokoamisella suuri merkitys työn kokonaiskesto aikaan. Rummun kokoaminen kestää yleensä  $1...6 \text{ h/rumpu-m}$ , ja rakentamisen kokonaisaika saattaa vaihdella työmäärästä riippuen muutamasta vuorokaudesta jopa kahteen viikkoon saakka.





Kuva 9. Työpaikkapiirros rummun rakentamisesta puoli tien leveyttä kerrallaan

### 3.24 Muut rumputyöt

#### Betoniputkirumpujen jatkaminen

Mikäli rakenteen parantamisen yhteydessä tietä samalla myös levennetään, joudutaan vanhoja rumpuja yleensä jatkamaan. Betoniputkirumpujen jatkaminen käsittää periaatteessa samat työvaiheet kuin normaali rumpujen rakentaminenkin, työmäärät vain ovat pienempiä. Jatkettavien kohtien alle tehdään rumpukaivannot, sora-arinat ja aluspuut. Sora tiivistetään erittäin huolellisesti rumpujatkeiden epätasaisen painumisen eliminoimiseksi. Renkaiden asennus, saumaaminen, kaivannon täyttäminen ja rummun päiden verhoilu suoritetaan samoin kuin edellä on esitetty.

#### Kivirumpujen jatkaminen

Kivirumpuja ei nykyään enää paljonkaan rakenneta niiden kalliiden kustannusten vuoksi. Tien leventämisen yhteydessä saattaa kuitenkin vanhojen kivirumpujen jatkaminen tulla kysymykseen. Jatkaminen suoritetaan yleensä joko kivillä, betoniputkillalla tai valamalla jatkososa betonista.

Nopein ja kustannuksiltaan edullisin tapa on jatkaa kivirumpu betoniputkillalla. Työ poikkeaa vastaavanlaisesta betoniputkirummun jatkamisesta lähinnä vain vanhan rummun päihin tehtävien betonisten liitoskappaleiden valun osalta. Valu tapahtuu jatkososien alle tehtävien sora-arinoiden teon jälkeen kuvan 10 osoittamalla tavalla. Betoni hankitaan työkohteeseen tavallisesti valmisbetonina. Betonin kuivattua puretaan laudoitus ja asennetaan loput betoniputkirenkaat samaan tapaan kuin muidenkin rumputöiden yhteydessä.



Kuva 10. Kivirummun päihin tulevan liitoskappaleen valu

### Sivuojarumpujen uusiminen

Sivuojarummun avulla johdetaan sivuojaan kerääntynyt vesi päätiehen liittyvän yksityistien alitse. Sivuojarummut ovat tavallisimmin halkaisijaltaan 400...600 mm:n betoniputkirumpuja.

Rakenteen parantamisen yhteydessä tapahtuva sivuojarumpujen uusiminen johtuu mm.:

- rummun sijaintipaikan muutoksesta tietä levennettäessä
- liittymän siirtämisestä toiseen kohtaan
- vanhan rummun rikkoutumisesta ja tukkeutumisesta

Sivuojarumpujen uusiminen käsittää periaatteessa samat työvaiheet kuin muutkin edelläkuvatut rumputyöt. Koska rumpujen päälle tulevien yksityisteiden liikenne on useimmiten suhteellisen vähäistä ei sivuojarumpujen teossa yleensä kuitenkaan noudateta yhtä korkeita laatuvaatimuksia (rumpuarinat, ympäristäytö) kuin päätien alle rakennettavissa rummuissa.

Sivuojarumpujen uusimiseksi tarpeelliset työt voidaan lähes kokonaan tehdä päätien ajoradan ulkopuolella, joten mitään "puoli tietä kerrallaan" -menettelyä ei työssä tarvita. Mikäli kaivukone tai tarvikkeiden ja materiaalin tuonti kuitenkin häiritsevät ohikulkevaa yleistä liikennettä, toteutetaan kohteessa turvallisuuden kannalta tarpeelliset liikennejärjestelyt (liikennemerkit, puomit, liikenteen ohjaaja jne.).

Sivuojarumpujen uusiminen tapahtuu työhön tottuneelta toimintayksiköltä (esim. hydr. kaivukone + kuorma-auto + 2 rakennustyömiestä + työnjohtaja) varsin nopeasti. Tehtyjen tutkimusten mukaan työ kestää normaalisti noin



1,0...1,5 tuntia rummun pituudesta ja paikallisista maasto- ja maaperäolosuhteista riippuen.

### 3.3 TIEPOHJAN VAHVISTAMINEN

Tiepohjan vahvistamisen tarkoituksena on lisätä tien kantavuusominaisuuksia sekä vähentää haitallisten painumien syntymistä. Tiepohjan vahvistamistoimenpiteillä luodaan edellytykset varsinaisten päällysrakennekerrosten parantamiselle mahdollisimman hyvin lopputuloksin.

Tavallisimpia rakenteen parantamistyömailla käytettäviä vahvistamistapoja ovat massanvaihdot pehmeikkökohdilla ja erilaiset stabilointityöt. Paalutus ja muut kalliit erikoisratkaisut tulevat vanhoilla teillä vain harvoin kysymykseen.

#### 3.31 Massanvaihto pehmeikkökohdilla (ylipenkereet ja pengerräjäytykset)

Tiepenkereen alla olevan huonosti kantavan pohjamaan vaihtaminen kantavaan kitkamaahan tulee kysymykseen, kun tielinja ylittää pehmeitä koheesioma-alueita tai soita.

Massanvaihdossa käytetään täyttömaina savettomia ja hiesuttomia kitkamaita. Varsinkin sora ja soramoreeni ovat käyttökelpoisia, mutta myös kalliolouhetta voidaan käyttää. Louheen tulee kuitenkin sisältää sen verran hienoa ainesta, että pehmeää pohjamaata ei pääse tunkeutumaan penkereen sisään.

Tien rakenteen parantamisen yhteydessä massanvaihto suoritetaan tavallisin väliaikaisten ylipenkereiden avulla tarvittaessa räjäytyksiä apuna käyttäen. Penkereen alla oleva pehmeä pohjamaa työnnetään tällöin ylipenkereen painon vaikutuksesta sivuun ja vaihdetaan kantaviin kitkamaihin. /12/

#### Työmenetelmä

Ylipenkereiden ja pengerräjäytysten avulla suoritettavan massanvaihdon työvaiheet ovat:

- vanhan päällysteen rikkominen
- ylipenkereen rakentaminen kerroksittain puoli tietä kerrallaan
- liikenteen hoidon kannalta tarpeelliset tiivistys- ja tasaustyöt
- räjäyttäminen penkereen alla
- ylipenkereen korottaminen uudelleen suunniteltuun korkeuteen
- painumien tarkkailu
- ylipenkereiden poisto.

Ennen varsinaista penkereen rakentamista rikotaan vanha päällyste kohdas-



sa 3.53 tarkemmin esitettävää menettelyä noudattaen. Talvella joudutaan rikkomisessa käyttämään apuna räjäytyksiä.

Penger rakennetaan noin 1 metrin paksuisina kerroksina puoli tien leveyttä kerrallaan vuorotellen tien molemmille puolille. (Pehmeikkökohdilla kiertoteiden rakentaminen on usein hankalaa). Levitys tapahtuu telapuskutraktorilla tai puskulevyllä varustetulla nelipyörävetoisella pyörätraktorilla. Ennenkuin liikenne ohjataan viereiseltä ajokaistalta levitetyn kerroksen päälle, pinta tasataan tiehöylällä ja tarvittaessa tiivistetään esim. kumipyöräjäyrällä. Kerroksen yläpintaan voidaan levittää myös ohut tasauskerros (esim. murskesoraa) penkereen yli tapahtuvan liikenteen kulun helpottamiseksi.

Pengerräjäytyksiä käytetään apuna massanvaihdoissa mikäli vanhaa tienpenger-tä ja täyttömassoja ei muuten saada painumaan suunnitelmassa esitettyyn tasoon ja muotoon tai kun painumista halutaan nopeuttaa. Räjäyttämisen suoritetaan penkereen alla välittömästi sen jälkeen kun ylipenger on rakennettu suunniteltuun korkeuteen. Räjäytystä varten painetaan penkereen alle tarkoin ennalta laskettuihin kohtiin ja syvyyskiin alapäästään suljetut, halkaisijaltaan noin 100 mm:n teräspuutket. Puutket painetaan maahan penkereen sivuilta viistoon esim. kaivukoneen kauhaa apuna käyttäen (kuva 11). Räjähdysaineena käytetään 35 % dynamiittia ja sytytys suoritetaan sähkösytytyksen avulla.

Heti räjäytyksen jälkeen penger korotetaan uudelleen suunnitelman mukaiseen korkeuteen. Ylipenger pidetään kaiken aikaa suunnitelmassa esitetyssä korkeustasossa (1,0...2,0 m tien tasausviivan yläpuolella).

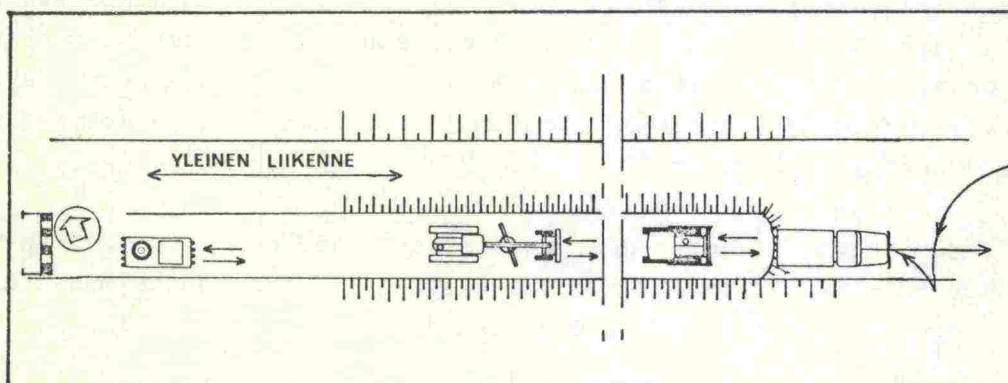
Ylipenger poistetaan sen jälkeen kun se on täyskorkuisena vaikuttanut suunnitelmassa määrätyn ajan, elleivät painumatarkkailun tulokset anna aihetta muunlaiseen menettelyyn. Yleensä ylipenkereiden annetaan painua vähintään 6 kk.

Kuvassa 12 on työpaikkapiirros ylipenkereen rakentamisesta yleisen liikenteen käytössä olevalle tieosalle. Liikennejärjestelyissä noudatetaan samoja periaatteita kuin muissakin vastaavissa tilanteissa (liikennemerkkit, puomit, liikenteen ohjaajat jne.). Pengerräjäytysten ajaksi liikenne työkohteissa pysäytetään kokonaan. Lisäksi räjäytyksiä suoritettaessa tulee noudattaa kaikkia räjäytystöistä annettuja turvallisuusmääräyksiä ja -ohjeita (löytyy mm. TVH:n julkaisusta 1.123 /13/).

Ylipenkereiden rakentamisesta on toistaiseksi tehty vähän työntutkimuksia. Varsinaisen pengerrystyön työsaavutukset riippuvat lähinnä materiaalin kuormauksesta, ja ne lienevät samaa suuruusluokkaa kuin normaalin maa-massoilla pengertämisen yhteydessä (vrt. kohta 3.43).



Kuva 11. Räjätysputkea painetaan penkereen alle



Kuva 12. Työpaikkapiirros ylipenkereen rakentamisesta

### 3.32 Sementtistabilointi

Sementtistabiloinnilla tarkoitetaan toimenpidettä, jolla tierakennuksessa käytettäviä kiviaineksia (kitkamaalajeja) lujitetaan sementtiä ja vettä hyväksikäyttäen.

Sementtistabilointiin kelpaavat periaatteessa kaikki kivennäismaalajit. Erityisesti sora- ja hiekkamoreenit soveltuvat tähän tarkoitukseen hyvin. Maabetonin sideaineena käytetään normaalisti kovettuvaa Portland-sementtiä, jota tarvitaan 4...12 % kiviaineksen kuivapainosta.

Sementtistabilointi on edullinen toimenpide vanhoja (saviorapintaisia) teitä parannettaessa varsinkin silloin, kun riittävää kantavuutta ei pienillä tasauksen nostoilla saavuteta sitomattomia maalajeja käytettäessä. Kiviaineksen pitkä kuljetusmatka saattaa myös tehdä maabetonista



taloudellisen rakenneratkaisun.

Tavallisesti maabetonikerros sijoitetaan vanhan tierakenteen yhteydessä siten, että se korvaa joko sitomattoman jakavan tai kantavan kerroksen. Maabetonikerroksen paksuus vaihtelee 0,15...0,25 m:iin ja sen lujuusvaatimus on 3...4 MN/m<sup>2</sup>. /14/, /15/

### Työmenetelmät

Maabetonin valmistuksessa voidaan käyttää kahta eri menetelmää, paikallasekoitusmenetelmää tai asemasekoitusmenetelmää.

Paikallasekoitusmenetelmässä kiviaineksen ja sementin sekoittaminen tapahtuu itse työkohteessa. Menetelmä käsittää seuraavat työvaiheet:

#### Esityöt:

- vanhan tienpinnan repiminen ja muokkaaminen
- tarvittava kiviaineksen lisäys ja pinnan muotoilu

#### Varsinainen stabilointi:

- sementin levitys
- sementin ja kiviaineksen sekoitus
- pinnan muotoilu
- tiivistäminen
- jälkihoito

Lujitettava kerros möyhennetään takarepijällä varustetulla tiehöylällä ja stabilointijyrsimellä (kuva 13). Mikäli tien pintaan ennen stabilointia lisätään uutta kiviainesta, sen levittämiseen ja tasaamiseen käytetään tiehöylää.



Kuva 13. Stabilointijyrsin

Ennen sementin levitystä kastellaan stabiloitava materiaali esim. säiliöauton avulla. Sementti levitetään joko kuorma-auton perään kiinnitetyllä hiekan- ja suolanlevittimellä tai stabilointityötä varten valmistetulla erikoislevittimellä.

Sementti ja kiviaines voidaan sekoittaa stabilointijyrsimellä, tiehöylälä, kultivaattorilla tai äkeellä. Yleensä sekoituskertoja tarvitaan 3...5. Sekoituksen aikana tarkkaillaan seoksen vesipitoisuutta ja tarvittaessa lisätään vettä.

Pinta tasataan ja muotoillaan tiehöylällä, ja tasaamista jatketaan myös tiivistämisen aikana. Tiivistämiseen käytetään yleisimmin kumipyöräjiä.

Maabetonikerros pidetään stabiloinnin jälkeen kosteana noin viikon ajan kastelemalla sitä säännöllisesti. Mikäli maabetonin päälle levitetään murskesorakerros tehdään tämä välittömästi maabetonin tiivistämisen jälkeen. Maabetonikerros voidaan suojata myös bitumiemulsiolla tai muovikelmulla.

Asemasekoitusmenetelmässä kiviaineksen ja sementin sekoitus tapahtuu kiinteällä sekoitusasemalla. Massa voidaan valmistaa myös valmisbetoni-asemalla. Menetelmän työvaiheet ovat:

- tiepohjan taseaus ja kastelu
- maabetonimassan valmistus sekoitusasemalla
- massan kuljetus työmaalle
- maabetonin levitys
- maabetonin tiivistys

Massan levitys suoritetaan asfaltin- tai sepelinlevittimellä, jossa on esitiivistävä tärytin. Levitys voidaan suorittaa myös puskutraktorilla tai tiehöylällä, jolloin massa vedetään autonlavalta "matoksi". Massan tiivistys ja jälkihoito suoritetaan samalla tavalla kuin paikallasekoitusmenetelmässä.

Mikäli tiepohja on huonosti kantavaa koheesiomaata (tav. savea), käytetään sen lujittamiseen sementin sijasta kalkkia. Kalkilla lujittaminen suoritetaan paikallasekoitusmenetelmänä samoilla koneilla ja likimain samalla tavoin kuin vastaava sementin lujittaminen. Koska tien pintamateriaali on kuitenkin aina karkearakeista kitkamaata ja kalkin reaktio-aika on pitkä, ei kalkkistabilointia yleensä käytetä vanhojen teiden pintakerrosten lujittamiseen. Sen sijaan vanhan tiepenkereen alla olevaa huonosti kantavaa pohjamaata voidaan lujittaa kalkilla ns. reikästabilointina. Periaatteena on saada kalkki veden vaikutuksesta reagoimaan lujitettavan pohjamaan kanssa siten, että pohjamaan koostumus muuttuu ja sen kantavuusominaisuudet paranevat.

Tarkempaa tietoa sementti- ja reikästabiloinnista saadaan TVH:n asiaa koskevan tutkimusarjan valmistuessa syksyn 1975 kuluessa.



### 3.4 VANHAN TIEN LEIKKAUS- JA PENGERRYSTYÖT

Rakenteen parantamistyömailla suoritettavien vanhan tien leikkaus- ja pengerrystöiden tarkoituksena on joko tien routimis- ja kantavuusominaisuuksien parantaminen tai tien geometrian kohentaminen.

#### 3.41 Maan leikkaus

Vanhan tierakenteen ja siihen liittyvien maamassojen leikkaustyöt käsittävät kaksi eri tapausta:

- tierakenne on routivaa ja huonosti kantavaa, jolloin vanhan tien pintakerrokset kaivetaan pois ja vaihdetaan routimattomiin päällysrakennemateriaaleihin
- tien tasausta ja näkemäolosuhteita parannetaan alentamalla jyrkkiä, pienen pyöristyssäteen omaavia mäkiä.

Tien tasauksen parantamiseksi tehtävät leikkaustyöt eivät poikkea kovin paljon routivien kohtien massanvaihtoon liittyvästä tien pintakerrosten leikkauksesta. Leikkaussyvyys voi tosin jonkin verran tulla suuremmaksi, mutta muuten on työmenetelmissä ja työpaikkajärjestelyissä molemmissa tapauksissa mahdollista noudattaa samoja toimintaperiaatteita.

#### Työmenetelmät

Varsinainen maan leikkaus käsittää seuraavat työvaiheet:

- vanhojen rakennekerrosten ja perusmaan kaivu ja kuormaus
- kaivumassojen poiskuljetus
- leikkauspohjan tasaus.

Kaivu tapahtuu yleensä hydraulisella tai mekaanisella kuokkakaivukoneella. Pienissä työkohteissa saatetaan leikkaustyöhön käyttää myös traktorikaivuria, pyöräkuormaajaa tai telapuskutraktoria. Mikäli liikenne on mahdollista ohjata työpaikan ohi kiertoteitse, suoritetaan kaivu koko ajoradan leveydeltä. Tavallisempi on kuitenkin tilanne, jossa kaivu tapahtuu yhdensuuntaiskaivuna puoli tietä kerrallaan työkohteen läpi kulkevan yleisen liikenteen käyttäessä tien toista ajokaistaa (kuva 14).

Mikäli leikkauspohjassa ei esiinny kalliopaljastumia, suoritetaan pohjan ja luiskien tasaus ja viimeistely kevyellä telapuskutraktorilla välittömästi kaivutyön jälkeen.

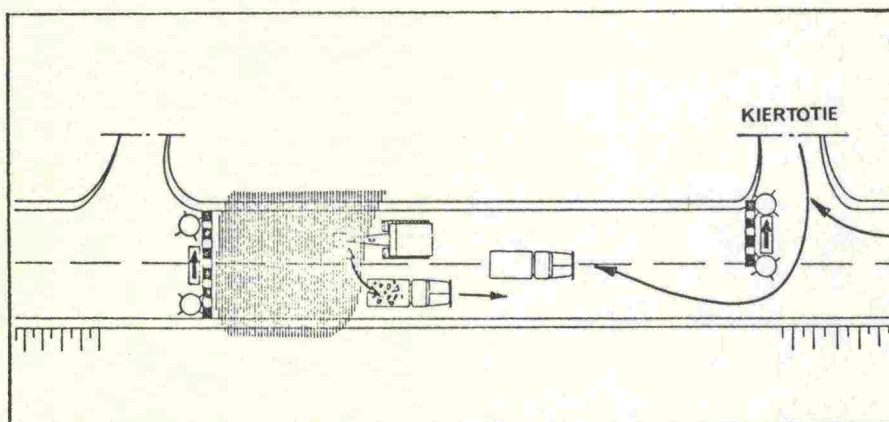
Kaivettaessa koko tien leveys yhdellä kertaa työpaikkajärjestelyt ovat kuvan 15 mukaiset. Liikenne ohjataan vilkkulyhdyin varustettujen sulkupuomien suuntanuolien, viittojen ja muiden tarpeellisten liikennemerkkien avulla kiertotielle. Kuorma-autot sijoitetaan työkohteessa kaivukoneeseen nähden siten, että kaivukoneen kääntökulma muodostuu mahdollisim-

man pieneksi. Tavallisesti autot ovat kuormauksen ajan kaivukoneen viereillä (kääntökulma noin  $90^{\circ}$ ), mutta mikäli ne on mahdollista sijoittaa kaivannon pohjalle, saadaan kääntökulma vielä tätäkin pienemmäksi.

Mikäli kaivutyö tapahtuu puoli tietä kerrallaan, ovat työpaikkajärjestelyt huomattavasti vaikeammin toteutettavissa (kuva 16). Liikenteen järjestelyissä noudatetaan samoja periaatteita kuin muissakin yleisen liikenteen alaisissa työkohteissa (liikennemerkkit, puomit, liikenteen ohjajat jne.). Kuljetusajoneuvot joudutaan melkein poikkeuksetta sijoittamaan kaivukoneen taakse, joten kääntökulma muodostuu tavallisesti noin  $180^{\circ}$ :ksi.

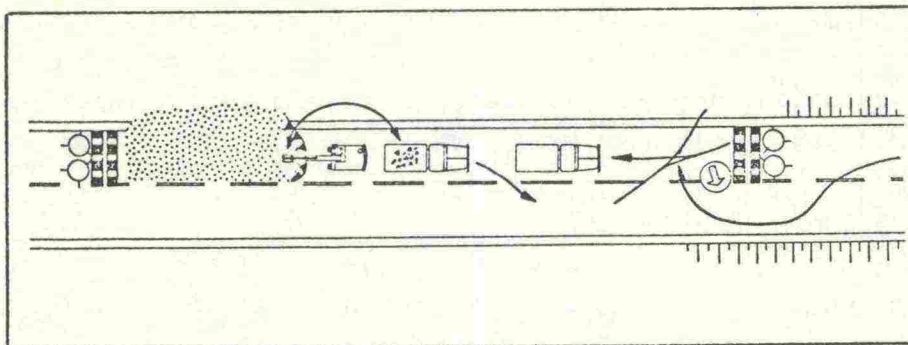


Kuva 14. Vanhan tien leikkausta puoli tien leveyttä kerrallaan

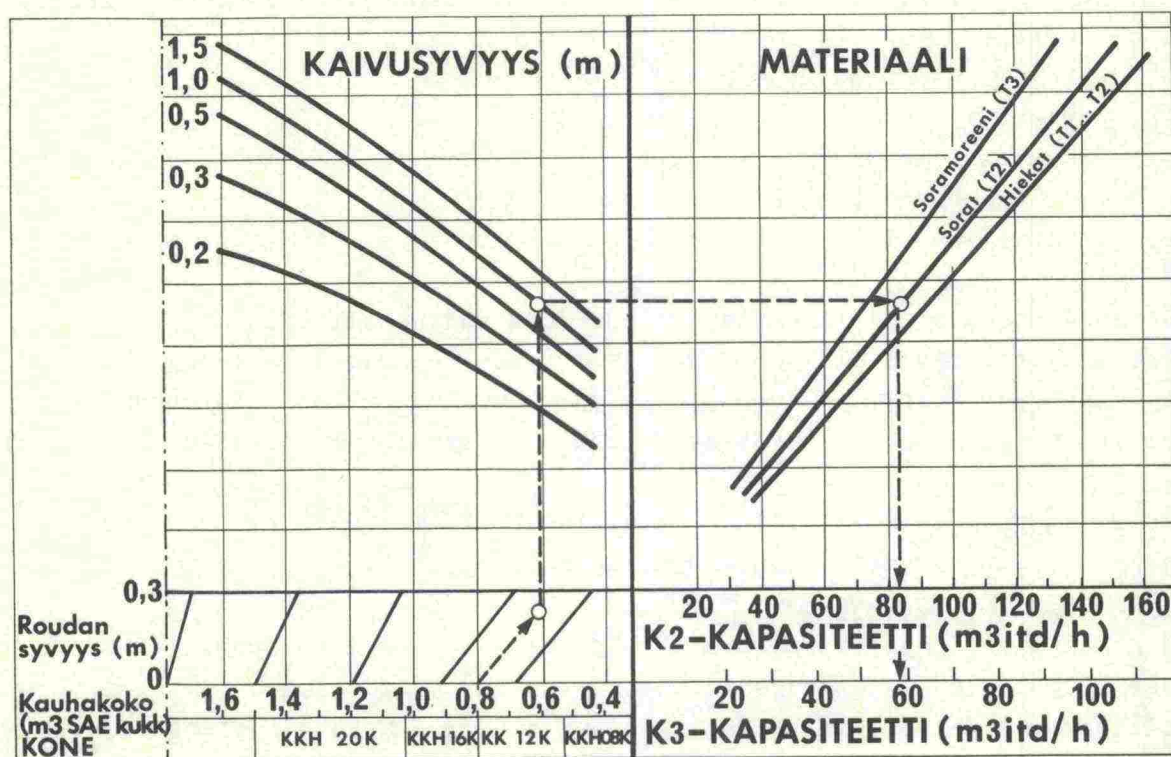


Kuva 15. Työpaikkapiirros tien leikkauksesta koko tien leveys yhdellä kertaa





Kuva 16. Työpaikkapiirros tien leikkauksesta puoli tietä kerrallaan



Nomogrammin kapasiteettiarvot edellyttävät, että leikkaustyö suoritetaan 1/2-tietä kerrallaan; käänäökulma on 180°; työmaa- ja yleinen liikenne kulkee toisella ajo-kaistalla. Jos liikenne voidaan ohjata kiertoteitse työkohteen läpi, on liikenteen työlle aiheuttama häiriö vähäisempää ja työpaikkajärjestelyä voidaan parantaa, tällöin nomogrammin kapasiteettiarvot paranevat noin 20 %.

Kuva 17. Vanhan tien leikkauksen työvuorokapasiteetti /7/

Leikkaustyöt tulisi suorittaa niin usein kuin suinkin mahdollista koko tien leveydeltä yhdellä kertaa. Paitsi että tällöin työpaikkajärjestelyt huomattavasti helpottuvat, samalla myös työsaavutukset ja liikenneturvalisuus paranevat. Kuvan 17 nomogrammista saadaan vanhan tien leikkaukseen liittyvän maan irroituksen ja kuormauksen työsaavutukset, kun leikkaustyö tapahtuu puoli tietä kerrallaan ja kääntökulma on  $180^{\circ}$ . Tehtyjen tutkimusten mukaan kapasiteetti-arvot paranevat noin 20 %, mikäli koko tien leveys voidaan leikata yhdellä kertaa.

### 3.42 Kallion leikkaus

Varsinainen kallion louhinta tulee rakenteenparantamistyömailla kysymykseen vain silloin, kun tien tasausta muutetaan vanhojen kalliroleikkauksien kohdalla näkyvyyden parantamiseksi. Sen sijaan huomattavasti useammin joudutaan normaalin tien leikkauksen yhteydessä tasaamaan ja poistamaan tiepohjasta esiin pistäviä kalliopaljastumia ja lohkareita.

#### Työmenetelmät

Louhinta suoritetaan normaalina avolouhintana ja siinä erotetaan seuraavat työvaiheet:

- kalliopinnan puhdistaminen
- poraus
- panostus ja räjäytys
- leikkauspohjan tasaus
- ylimääräisen louheen kuormaus ja kuljetus

Ennen varsinaista kallion leikkausta poistetaan kalliopinnan päällä olevat maakerrokset edellisessä kohdassa (maan leikkaus) esitettyjen menetelmien mukaisesti. Kaivun aikana paljastuvan kalliopinnan suuruudesta riippuen 2...5 rakennustyömiestä puhdistaa sen lopulliseen ampumakuntoon.

Reikien porauksessa käytetään tavallisesti 1...2 traktorikompressoria sekä 1...2 porakonetta kutakin kompressoria kohti.

Panostus ja räjäytystyön suorittaa panostaja, jolla on apunaan 1...3 rakennustyömiestä. Räjähdysaineena käytetään 35 % dynamiittia ja sytytys tapahtuu tavallisimmin sähkösytytyksen avulla. Erittäin pienissä räjäytyskohteissa saattaa myös tulilankasytytys tulla kysymykseen. Räjäytettävä kenttä voidaan peittää esim. kumirengasmattoja, säkkejä, puutavaraa tai teollisuusvilttiä käyttäen. /16/

Räjäytyksessä syntyvä louhe tasataan yleensä hydraulisella kuokkakaivukoneella louhospatjaksi leikkauksen pohjalle. Ylimääräiset louhosmassat kuormataan ja kuljetetaan joko murskattavaksi, käytettäväksi louhepenkeksi tai suoraan kaatopaikalle.



Koska kallion leikkaus vanhaa tietä parannettaessa suoritetaan välittömästi maan leikkauksen jälkeen, ovat työpaikkajärjestelyt molemmissa työvaiheissa samanlaiset. Mikäli liikenne kulkee työkohteen läpi, pysäytetään se räjäytysten ajaksi. Työskentelyssä tulee aina noudattaa räjäytystöistä, niihin käytettävistä raaka-aineista ja niiden varastoinnista annettuja lakeja, asetuksia sekä näihin verrattavia muita määräyksiä ja ohjeita /13/.

Kallion leikkauksen eri työvaiheiden työsaavutuksista ja ajankäytöstä on saatavissa vain muutamien yksittäisten työntutkimusten mukaisia tietoja. Niiden mukaan kuluu ylivoimaisesti eniten aikaa poraus- ja räjäytystöihin, joten työnjärjestelyä ja toimintayksiköjä suunniteltaessa on näiden työvaiheiden suorittamiseen syytä kiinnittää erityistä huomiota.

### 3.43 Pengernostot (routivalla materiaaalilla)

Rakenteen parantamisen yhteydessä tehtävillä pengernostoilla joko lisätään vanhan tien kantavuutta tai parannetaan geometrialtaan puutteellisen tien tasausta. Tiepenkereiden korottamiseen kelpaavat kaikki tiivistettävissä olevat kivennäismaalajit savea lukuunottamatta. Mikäli korotus on suurempi kuin vanhan tien päälle rakennettavien päällysrakennekerrosten yhteispaksuus, käytetään päällysrakenteen alle tulevaan penkereen osaan routivia kivennäismaalajeja, etupäässä moreeneja.

### Työmenetelmät

Entisen ja uuden tien penkereiden rajapinta ei missään kohdassa saa olla jyrkempi kuin 1:4 /11/. Tästä syystä vanhan tien reunat viistetään ennen pengerrytyksen aloittamista tiehöylällä kohdassa 3.51 esitettävää tarkempaa menettelyä noudattaen.

Penkereen korotus suoritetaan normaalina kerrospengerryksenä. Kerralla levitettävän ja tiivistettävän kerroksen paksuus on käytettävissä olevasta tiivistyskalustosta riippuen 0,50...0,80 m.

Levityskone voi olla joko telapuskutraktori tai nelipyörävetoinen puskulevyllä varustettu pyörätraktori. Viime aikoina on levityksessä ryhdytty käyttämään myös puskulevyllä varustettua kumipyöräjyrää, jolloin levitys ja tiivistys on mahdollista tehdä samalla koneella.

Mikäli liikenteelle on mahdollista järjestää kiertotie, pengerretään koko tien leveys yhdellä kertaa. Yleensä pengertäminen kuitenkin tapahtuu puoli tietä kerrallaan, jolloin pengernostot suoritetaan vuorotellen kerroksittain tien molemmille puolille (vrt. kohta 3.31).

Kukin levitetty kerros tiivistetään ennen seuraavien kerrosten tekoa ja

ennen kuin liikenne ohjataan kerroksen päälle. Talvella tiivistys suoritetaan heti levityksen jälkeen, jolloin maa ei vielä ole ehtinyt jäättyä. Kuljetus- ja levityskaluston lisäksi tiivistämisessä käytetään varsinaista tiivistyskalustoa kuten kumipyöräjiä sekä itsekulkevia kumipyörävetoisia täryjiä.

Kun penkereen korotus tapahtuu puoli tietä kerrallaan, ovat työpaikka-järjestelyt periaatteessa samanlaiset kuin ylipenkereiden teon yhteydessä (kohta 3.31). Pengermateriaalikuormia purettaessa ajetaan autot levitettävän kerroksen etupuolelle, jolloin kapealla penkereellä työskentelevälle levityskoneelle ei aiheuteta ylimääräisiä häiriöitä. Jos penger rakennetaan koko tien leveydelle yhdellä kertaa, voidaan kuormat purkaa myös penkereen päältä.

Kuormaus- ja pengerryuskoneita valittaessa pyritään siihen, että kuormauksen ja pengerryksen menetelmäkapasiteetit (K2-kapasiteetit) ovat yhtä suuret. Kun lisäksi kuljetuskaluston määrä on tällöin oikein mitoitettu, ei levitys- ja tiivistyskoneille muodostu materiaalin puutteesta johtuvia odotusaikoja.

Tehtyjen tutkimusten mukaan työvuorokapasiteetit penkereen korotuksissa vaihtelevat yleensä noin 100...200 m<sup>3</sup>/h. Jos työ tehdään koko tien leveydellä yhdellä kertaa, työsaavutukset ovat hieman suuremmat johtuen lähinnä koneelle aiheutuvista vähäisemmistä häiriöistä levitystyössä.

### 3.44 Pengertäminen louheella

Tiepenkereen korottaminen louheella tulee yleensä kysymykseen sellaisilla rakenteenparantamistyömailla, joilla tietä leikattaessa syntyy kalliomassoja enemmän kuin leikkauspohjan tasaamiseen tarvitaan. Lisäksi siirtymäkiiloissa ja maalaatikkorakenteissa on mahdollista käyttää louhetäyttöä. Joissakin tapauksissa on rakenteen parantamistyömailla suoritettu myös normaaliin päällysrakenteiden massanvaihtoon liittyvä täyttö louheella eristys- ja jakavan kerroksen materiaalien sijasta.

### Työmenetelmät

Louhepenger rakennetaan päätypengerryksenä siten, että louhe kaadetaan aina valmiin penkereen päälle, josta se telapuskutraktorilla puskemalla siirretään lopulliselle paikalleen (kuva 18). Jos penger rakennetaan koko tien leveydelle yhdellä kertaa, kuormat on mahdollista purkaa penkereen päälle, telapuskutraktorin viereen, sen työskentelyä häiritsemättä. Tehtäessä työ puoli tietä kerrallaan joudutaan kuormien purku yleensä suorittamaan tilanpuutteen takia yleisen liikenteen käytössä olevalta ajokaistalta.



Louhepenkereen yläpinta kiillataan ja tasataan pienikokoisella louheella, karkealla sepelillä tai jakavan kerroksen murskeella tai soralla. Pinta tiivistetään lopuksi vähintään 5 tonnin täryjyrällä. Jyräyskertojen lukumäärä vaihtelee tavallisesti 5...15 ollen keskimäärin 10 /17/.



Kuva 18. Louhepenkereen tekoa telapuskutraktorilla

Jos louhepengeri on mahdollista rakentaa koko tien leveydelle yhdellä kerralla, liikenne ohjataan normaaliin tapaan kiertotietä pitkin, ja penkereen päällä on työkoneille ja kuljetusvälineille tarpeeksi toimintatilaa. Sen sijaan kun pengerrys tapahtuu puoli tien leveyttä kerrallaan, joudutaan liikenne tavallisesti pysäyttämään kuormien purkamisen ajaksi kokonaan. Etenkin vilkasliikenteisillä teillä tämä saattaa aiheuttaa suuriakin häiriöitä yleiselle liikenteelle samalla kun liikenne hidastaa ja vaikeuttaa itse työn suoritusta.

Louhepenkereen rakentaminen sujuu melko paljon hitaammin kuin normaali pengertäminen maamassoilla. Tämä johtuu lähinnä louheen kuormauksen hitaudesta, varsinkin jos se tapahtuu parannettavan tien suhteellisen matalista leikkauksista. Jotta levityskoneen odotusajat saataisiin tällaisissa tapauksissa mahdollisimman pieniksi, tehdään louhepenkereen yläpinnan kiilaus ja tasaus samanaikaisesti varsinaisen louheen levityksen ohessa. Toistaiseksi ei louheella suoritettavasta pengertämisestä ole saatavissa tarkkoja työsaavutustietoja.

### 3.45 Kevytsorapenkereiden rakentaminen

Kevytsoran käyttö tierakenteissa perustuu sen pieneen tiheyteen, hyvään lämmöneristyskykyyn sekä riittävään lujuuteen ja kestävyys. Kevytsorapenkereiden rakentaminen tulee vanhoja teitä parannettaessa kysymykseen mm. suppeiden sortumien samoin kuin epätasaisten painumien korjaamiseen etenkin heikosti kantavilla alueilla. Joissakin tapauksissa saattaa kevyiden materiaalien käyttö olla edullista myös laajoilla pehmeik-

köalueilla.

Normaalisti kevytsorapenger tehdään suoraan pohjamaan tai alusrakenteen päälle, jolloin vanhat kerrosrakenteet kaivetaan pois ennen kevytsorapenkereiden rakentamista. /12/, /18/

#### Työmenetelmät

Kevytsorapenkereen rakentamisessa erotetaan seuraavat työvaiheet:

- vanhan tien kaivu ja pengerkaukalon teko
- kevytsoran kuljetus
- kevytsoran levitys ja taseus
- jakavan kerroksen levitys
- tiivistäminen

Vanhan tien kaivu suoritetaan hydraulisella tai mekaanisella kaivukoneella joko puoli tietä kerrallaan tai koko tien leveys yhdellä kertaa. Kevytsoran kuljetus levityspaikalle tapahtuu kuorma-autoilla. Kuljetusmatkat saattavat joskus olla hyvinkin pitkiä, joten kuljetus suoritetaan tavallisesti suurina erinä käyttämällä autoissa korkealaitaisia perävaunuja.

Kevytsorapenger levitetään telapuskutraktorilla joko päätypengerryksenä tai poikki- ja pituussuuntaisesti suoraan kaivannon pohjalle puretuista kasoista (kuva 19).

Kevytsoran päälle levitetään jakavan kerroksen kiviaineesta 0,30 m paksu kerros, jonka päältä suoritetaan penkereen tiivistäminen. Tiivistämisessä käytetään tavallisesti kumipyöräjyriä.

Koska kevytsorapenkereiden rakentaminen käsittää useita eri työvaiheita, on työpaikkajärjestelyillä varsin suuri merkitys hyvään työsuoritukseen pääsemiseen. Yleinen liikenne ohjataan työn aikana kiertotietä pitkin työkohteen ohi, joten liikenteen työlle aiheuttamilta häiriöiltä vällytään lähes kokonaan. Työn toteutuksessa on erityistä huomiota kiinnitettävä kaivutyön, materiaalien kuljetuksen ja levitystyön joustavaan yhteensovittamiseen. Mikäli kevytsoran kuljetusmatkat muodostuvat pitkiksi tulee kuljetuskaluston riittävän kapasiteetin arvioiminen tehdä erittäin huolella.

Kevytsorapenkereen rakentamisesta ei vielä tässä vaiheessa voida antaa kuin suuntaa antavia työsaavutustietoja. Erään tutkimuksen mukaan työvuorokapasiteetti päätypengerrystä käytettäessä oli  $K_3 = 33 \text{ m}^3/\text{td}/\text{h}$  ja kaivannon pohjalta levitettäessä  $K_3 = 52 \text{ m}^3/\text{td}/\text{h}$ .





Kuva 19. Kevytsoran levitystä kaivannon pohjalle puretuista kasoista

### 3.5 VANHAAN TIERAKENTEESEEN LIITTYVÄT MUUT TYÖT

Pientareen leikkaus, luiskan täyttö sekä vanhan tien öljysorapinnan rikkominen ovat rakenteen parantamisen yhteydessä usein esiintyviä töitä. Näiden tarkoituksena on muodostaa vanhasta tierakenteesta siihen mahdollisesti tehtävine levityksineen mahdollisimman yhtenäinen ja hyvä alusta päällysrakennekerrosten rakentamista ja vahvistamista silmällä pitäen sekä luoda edellytykset tien vanhojen ja uusien rakenneosien liittämiseksi saumattomasti toisiinsa.

#### 3.51 Pientareen leikkaus

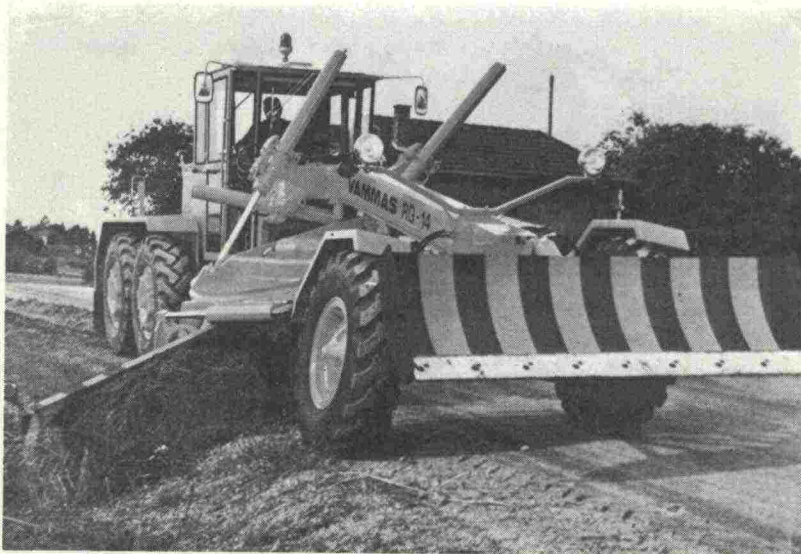
Pientareen leikkaus käsittää tien sisäluiskilla ja pientareella olevan lahoavan aineksen ja humusmaan poistamisen sekä tien vanhojen sisäluiskien loiventamisen ja tasaamisen siten, että tien levantamisen ja korottamisen yhteydessä käytettävä materiaali voidaan kunnolla tiivistää vanhan tien runkoa vasten. Pientareen leikkaus luetaan usein raivaustöihin kuuluvaksi, ja se tehdään yleensä rakenteen parantamistyömaan ensimmäisenä varsinaisena parantamisvaiheena jo ennen sivuojien kaivua.

#### Työmenetelmä

Pientareen leikkaus suoritetaan tiehöylän emäterällä noin 200...400 m:n jaksoissa (kuva 20). Leikkauskertoja on yhdessä jaksossa tavallisesti 3...5. Paluu leikkauksen aloituskohtaan tapahtuu peruuttamalla. Leikkauksessa syntyvät maapalteet jätetään vanhan ojan pohjalle, josta ne poistetaan sivuojien kaivun tai puhdistuksen yhteydessä.

Työpaikkajärjestelyt ovat pientareen leikkauksessa varsin yksinkertaiset. Työ aiheuttaa suhteellisen vähän häiriöitä yleiselle liikenteelle, ja liikenne voi suurelta osin työn kuluessakin käyttää koko ajoradan leveyttä. Leikkauksen aikana on syytä käyttää apuna yhtä rakennustyömiestä, jonka tehtävänä on mm. liikennemerkkien siirtäminen sekä tarvittaessa liikenteen ohjaus.

Työsaavutus pientareen leikkauksessa ja luiskan loiventamisessa riippuu mm. luiskan kivisyydestä sekä leikattavan pientareen ja luiskan leveydestä. Tehtyjen tutkimusten mukaan on keskimääräinen työvuorokapasiteetti leikkaustyössä ollut noin 390 m/h.



Kuva 20. Pientareen leikkausta tiehöylän emäterällä

### 3.52 Luiskan täyttö (tien leventäminen)

Luiskan täyttö käsittää tien leventämiseen käytettävän kiviaineksen purkamisen ja levittämisen vanhan tien sisäluiskiin. Leventäminen tehdään tavallisesti jakavan kerroksen sorasta tai karkeasta hiekasta, mutta pengerosuuksilla voidaan pohjaosille käyttää halvempaa materiaalia, ei kuitenkaan savea, hienoa silttiä eikä eloperäisiä aineksia.

Tien leventäminen ja siis myös luiskan täyttö pyritään aina tekemään samansuuruisena tien molemmille puolille, jolloin vanha tie jää ajoradan keskikohdalle. Jos rakenteen lisäksi parannetaan myös tien vaakageometriaa, joudutaan levitys tekemään toispuolisesti. Tällaisessa tapauksessa tie viistetään levityksen puolelta noin kaltevuuteen 1:4...1:5 niin, että vanhan ajoradan reunan kohdalla kerrosvara on perusmaan kerrosvaraa vastaava. /5/

### Työmenetelmä

Luiskan täyttö tehdään edellä esitetyn pientareen leikkaustyön sekä sivu-

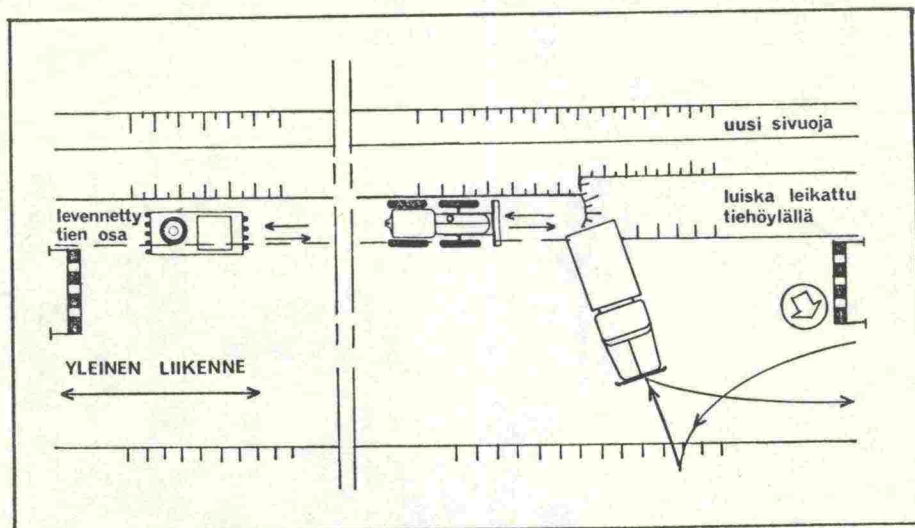


ojien kaivun ja puhdistuksen jälkeen. Työssä käytetään levityskoneena puskulevyllä varustettua nelipyörävetoista pyörätraktoria tai kevyttä telapuskutraktoria. Kuormat puretaan luiskaan (2 kasaa/kuorma) kuvan 21 menettelyn mukaisesti.

Uusi rakenne tulee tiivistää huolellisesti vanhan tien runkoa vasten. Tiivistämiseen voidaan käyttää esim. kumipyöräjyrää. Tiivistys tulee tehdä mahdollisimman pian levitys- ja tasaustyön jälkeen, varsinkin pakasella. Paras lopputulos saavutetaan, jos luiskun täyttö tehdään sulan maan aikana.

Luiskun täytössä ovat työpaikkajärjestelyt kuvan 21 mukaiset. Koska kuljetuskalusto joutuu kuormia purkaessaan ja kääntyessään käyttämään koko tien leveyttä on liikenne pysäytettävä kokonaan purkamisen ajaksi. Etenkin vilkasliikenteisillä teillä tästä aiheutuu liikenteelle huomattavaa haittaa. Mikäli kuormaus- ja kuljetuskaluston kapasiteetti ei ole levityskoneen kapasiteetin suuruinen, voidaan lumen pusku talvella suorittaa materiaalin odotusaikoina. Tällöin täyttötyö ja lumen pusku tehdään lyhyissä noin 30...40 m:n tiejaksoissa, koska kiviainesta ei talvella voi jäätymisen vuoksi jättää kasoihin kovin pitkäksi aikaa.

Suoritetuissa tutkimuksissa ovat levitystyön työvuorokapasiteetit vaihdelleet olosuhteista riippuen noin 80...120 m<sup>3</sup>/td/h pienempien arvojen edustaessa tapauksia, joissa lumen pusku on talvella tehty levitystyön kanssa samanaikaisesti.



Kuva 21. Työpaikkapiirros luiskun täytöstä

### 3.53 Öljysorapäällysteen rikkominen

Öljysoran rikkomisen ja tasauksen tarkoituksena on muodostaa vanhan tien päälle rakennettaville uusille rakennekerroksille mahdollisimman tasainen ja tasalaatuinen alusta. Jos lisäksi päällysrakenteen vahvistamistarve on pienehkö saadaan tällöin ohuet rakennekerrokset huomattavasti paremmin "tarttumaan" vanhan tien pintaan.

Yleensä päällysteen rikkomistarve on harkittava kussakin tapauksessa erikseen. Tavallisimmin rikkominen tulee kysymykseen kantavan kerroksen vahvistamisen yhteydessä, jolloin vanhan tien päälle rakennettavan kerroksen paksuus on suhteellisen pieni (noin 0,10...0,15 m, joskus enemmänkin). Rikkominen on tarpeen myös sellaisissa tapauksissa, joissa öljysorapäällyste on hyvin rikkonainen ja siihen muodostuu tiiviitä ns. "vesipusseja" ja mikäli uusien rakennekerrosten alustaa ei muuten saada tasaiseksi ja oikean muotoiseksi.

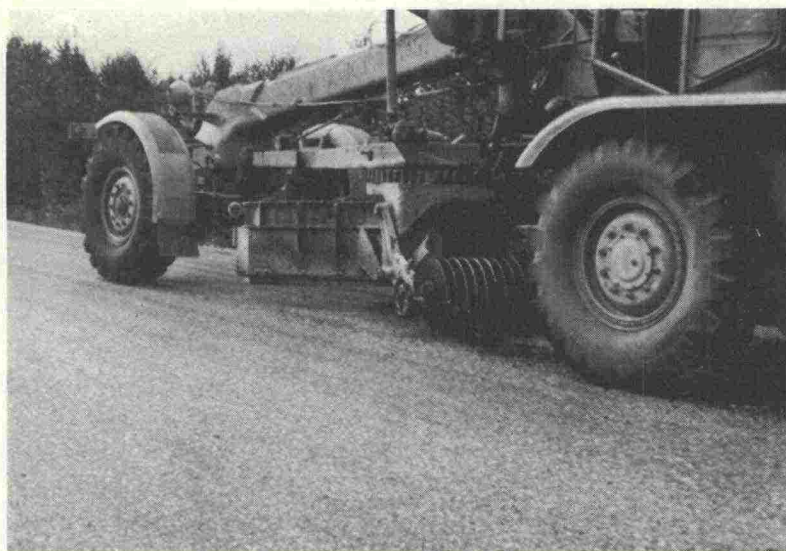
#### Työmenetelmät

Öljysorapäällysteen rikkominen suoritetaan tiehöylään kiinnitettävällä erityisellä repijälaitteella tai tavallisella tiehöylän emäterällä (kuva 22). Repijälaitteina tulevat kysymykseen ns. lautasrepijä (kuva 23) tai tiehöylän perään kiinnitettävä takarepijä. Joskus käytetään myös tiehöylän teräistukkaan kiinnitettäviä, nimenomaan öljysoran rikkomiseen tarkoitettuja öljysorapiikkejä. Repiminen tapahtuu yleensä repimislaitteesta riippumatta puoli tien leveyttä kerrallaan noin 100...400 m:n pituisissa jaksoissa. Rikottu öljysorapinta tasataan ja muotoillaan tiehöylän emäterällä tavallisen tasaushöyläyksen tapaan.



Kuva 22. Öljysoran rikkomista tiehöylän emäterällä





Kuva 23. Tiehöylään kiinnitetty lautasrepijä

Käytettävistä repijälaitteista on lautasrepijä paras suurissa repimistöissä. Sen huonoja puolia ovat kuitenkin korkea hankintahinta sekä repijälautasen kalleus. Lisäksi repijän kiinnittämiseen ja irroittamiseen kuluu paljon aikaa (noin 3...5 h). Lautasrepijän käyttö edellyttää vähintään  $+15^{\circ}\text{C}$ :n lämpötilaa. Tiehöylän emäterän kulmalla tapahtuvan öljysoran rikkomisen etuna on se, että työ voidaan tehdä ilman lisälaitteita ja edellä mainittua alhaisemmissakin lämpötiloissa. Menetelmä soveltuu käytettäväksi parantamiskohteissa, joissa rikkominen suoritetaan lyhyissä, noin 100...200 m:n jaksoissa.

Öljysorapäälystettä rikottaessa liikenne ohjataan liikennemerkkien, puomien ja tarvittaessa liikenteen ohjaajien avulla työkohteen ohi. Suoritetuissa tutkimuksissa työn on todettu aiheuttavan suhteellisen vähän häiriötä yleiselle liikenteelle.

Työsaavutukset öljysoran rikkomisessa riippuvat mm. käytettävästä repijälaitteesta, päälysteen lämpötilasta sekä päälysteen laadusta. Tehdyissä tutkimuksissa työsaavutukset ovat vaihdelleet erittäin paljon. Lautasrepijöiden työvuorokapasiteetit ovat olleet noin  $1600...4000 \text{ m}^2/\text{h}$  ja öljysorapiikeillä ja tiehöylän emäterällä revittäessä noin  $500...1800 \text{ m}^2/\text{h}$ .

### 3.6 PÄÄLLYSRAKENNEKERROSTEN RAKENTAMINEN JA VAHVISTAMINEN

#### 3.61 Yleistä

Vanhojen teiden päällysrakennekerrokset ovat usein hyvin puutteellisia niin kerrospaksuuksien kuin kiviainesten laadunkin suhteen; teillä esiintyy routavaurioita ja huonosta kantavuudesta johtuvia painumia. Tien päällysrakennekerrosten parantamisella pyritään näiden vaurioiden korjaamiseen. Parantaminen tapahtuu joko vahvistamalla jo olemassa olevia ra-



kenteita tai rakentamalla kokonaan uudet rakennekerrokset tien vanhojen pintakerrosten tilalle.

Tavallisimmin päällysrakennekerrosten parantamiseen käytetään kantavan ja jakavan kerroksen kiviaineksia. Mikäli rakenteen vahvistamistarve on suuri, voidaan osa rakenteesta tehdä suodatin- ja eristyskerroksen materiaalista. Kiviainesmateriaalien ohella saatetaan päällysrakenteeseen parantamisen yhteydessä käyttää myös lämpöeristeitä. Koska rakenteen parantamistyömailla tehtävissä päällystystöissä noudatetaan samoja työmenetelmiä kuin uutta tietä tehtäessä, ei niitä tässä yhteydessä oteta tarkastelun kohteeksi. Sen sijaan lopuksi esitetään suhteellisen uusi päällysrakenteen parantamisvaihtoehto, tien parantaminen syväasfaltilla.

### 3.62 Suodatin- ja eristyskerroksen sekä jakavan kerroksen rakentaminen

Mikäli päällysrakenteen parantamisessa käytetään sekä suodatin- että jakavan kerroksen materiaalia, rakennetaan nämä kerrokset yleensä samassa vaiheessa ja samojen koneiden ja työmenetelmien avulla.

Suodatin- ja eristyskerros on tarpeen alueilla, joiden vanha rakenne on olematon tai siinä esiintyy huomattavasti puhkeamia. Jos tien lähtökantavuus laskee alle  $20...30 \text{ MN/m}^2$  ( $200...300 \text{ kp/cm}^2$ ), saattaa eristyskerroksen rakentaminen tulla myös kysymykseen. Samoin tapauksissa, joissa vahvistustarve on yli  $0,30 \text{ m}$ , on tarkoituksenmukaista tehdä osa vahvistamisesta eristyskerroksen materiaalilla. Eristyskerroksen ja jakavan kerroksen paksuuksia voidaan vaihdella käytettävissä olevien kiviainesten mukaan.

Jakavalla kerroksella tien kantavuus nostetaan arvoon  $125 \text{ MN/m}^2$  ( $1250 \text{ kp/cm}^2$ ). Jakavan kerroksen vahvistamista tapahtuu yleensä vain osalla parannettavan tien pituudesta. Kerroksen paksuus vaihtelee käytännössä noin  $0,10...0,60 \text{ m}$  välillä. Vanhan tien kantavuuden ylittäessä  $110 \text{ MN/m}^2$  ( $1100 \text{ kp/cm}^2$ ) ei jakavan kerroksen kiviainesta kannata työteknisistä syistä käyttää. /19/

### Työmenetelmät

Rakenteen parantamisen yhteydessä päällysrakennetyöt tehdään lähes poikkeuksetta yleisen liikenteen alaisilla tieosuuksilla. Kerrosten rakentaminen käsittää seuraavat työvaiheet:

- tarvittava vanhan tierakenteen käsittely
- suodatin- ja eristyskerroksen levitys ja tasaus
- suodatin- ja eristyskerroksen tiivistys (tarvittaessa)
- jakavan kerroksen levitys
- jakavan kerroksen tiivistys



Varsinainen eristyskerroksen ja jakavan kerroksen rakentaminen tapahtuu siten, että ensin levitetään ja tiivistetään molemmat rakennekerrokset tien toiselle ajokaistalle, tämän jälkeen liikenne siirretään valmiiden kerrosten päälle ja tehdään samat työvaiheet viereisellä ajokaistalla.

Telapuskutraktori soveltuu hyvin kerrosmateriaalien levitykseen, koska se kykenee vaivatta liikkumaan pehmeälläkin alustalla. Muita kysymykseen tulevia levityskoneita ovat puskulevyllä varustettu kumipyöräjäyrä, nelipyörävetoinen pyörätraktori ja tiehöylä. Kuormat puretaan olosuhteista riippuen joko levitettävän kerroksen etupuolelta (ns. alapenger-rys) tai liikenteen käytössä olevalta ajokaistalta kuvan 24 mukaisesti. Työtilan kapeus estää yleensä kuljetusajoneuvoja ajamasta levityksen aikana valmiin kerroksen päälle normaalin pengerrystyön tapaan.



Kuva 24. Eristyskerroksen kiviaineksen purkua (liikenne on pysähdyksissä)

Eristyskerroksen tiivistys suoritetaan joko ennen jakavan kerroksen levitystä tai kerrosten paksuudesta ja lämpötilasta (jäätyminen) riippuen se voidaan suorittaa myös samanaikaisesti jakavan kerroksen tiivistyksen kanssa. Mikäli kiviaines on kuivaa, sitä tulee tiivistyksen helpottamiseksi kastella (ei kuitenkaan pakkasella).

Kuvassa 25 esitetään alus- ja päällysrakenteen sitomattomien kerrosten tiivistämistä koskeva menetelmästandardi, jossa on tietoja tiivistystyöhön liittyvistä yksityiskohdista (koneiden valinta, enimmäisnopeus jne.). Tiivistystä käsittelevää tietoa on saatavissa myös esim. julkaisusta /20/.

Eristyskerroksen ja jakavan kerroksen rakentamisen yhteydessä työpaikkajärjestelyissä noudatetaan pääpiirteissään samoja periaatteita kuin muisakin parantamisvaiheissa, joissa työ tehdään puoli tietä kerrallaan



Kuva 25. Alus- ja päällysrakenteen sitomattomien kerrosten tiivistä-  
mistä koskevia ohjearvoja /7/

JYRÄ	KÄYTTÖALA JA SOVEL- TUUVUUS (ks. takasivu)		ERITYISOHJEET JA TYÖNSUORITUS	ENIMMÄISKERROS- PAKSAUS cmrtd	TYÖSAAVUTUKSET JA KUSTANNUKSET		
					(1) JYRÄSKERRAT	(2) K3-KAPASITEETTI m2rtd/h	(3) KUSTANNUKSET mk/m2rtd
JT05 täryjyrä 5...8 t	PENGER (soveltuu)	**	- jyräysnopeus 2...3 km/h - vesipitoisuus $W \leq W_{opt} + 1$ %-yks.	50	1...3	900...2700	0,01...0,04
	JAKAVA KERROS (soveltuu)	**	- jyräysnopeus 3...6 km/h - vesipitoisuus $W \geq 5$ % - materiaalin kivisyys < 15 %	40	2...5	1400...2000	0,02...0,03
	ERISTYS- JA JAKAVA KERROS samanaikaisesti (soveltuu hyvin)	** (***)	- jyräysnopeus 3...6 km/h - molempien kerrosten vesipitoisuus $W \geq 5$ % - jakavan kerroksen kivisyys < 15 % - eristyskerroksen alkutiiviys $\geq 90$ %	30/eristys 25/jakava	9	500...800	0,03...0,07
	KANTAVA KERROS (soveltuu)	**	- jyräysnopeus 3...6 km/h - vesipitoisuus $W = W_{opt} \pm 1$ %-yks. - jakavan kerroksen tiiviys $\geq 97$ % - suurehkoa (yli 6) jyräyskertamäärää tu- lee välttää alla olevien rakenneosien löytymisen takia	20	3	1100...2250	0,02...0,03
JT08 täryjyrä 8...10 t	PENGER (soveltuu suu- rehkoa 3 km/h jyräysnopeutta käytettäessä)	**	- jyräysnopeus 1...3 km/h - vesipitoisuus $W = W_{opt} \pm 1$ %-yks.	50	1...2	800...1600	0,03...0,07
	JAKAVA KERROS (soveltuu)	**	- jyräysnopeus 3...6 km/h - vesipitoisuus $W \geq 5$ % - materiaalin kivisyys < 15 %	60	2...5	1700...3000	0,02...0,03
	ERISTYS- JA JAKAVA KERROS samanaikaisesti (soveltuu hyvin)	**	- jyräysnopeus 3...6 km/h - jakavan kerroksen kivisyys < 15 % - eristyskerroksen alkutiiviys $\geq 90$ % - molempien kerrosten vesipitoisuus $W \geq 5$ %	30/eristys 40/jakava	15...20	300...400	0,14...0,18
JK20 kumipyö- räjyrä 20 t	PENGER (soveltuu mikä- li materiaali ei ole liian kivistä, ts #64 mm<20...30%)	**	- rengaspaine 3...8 aty - jyräysnopeus $\geq 5$ km/h - vesipitoisuus $W = W_{opt} + (0...2)$ %-yks. - soveltuvat materiaalit: yleensä kaikki koheesio- ja kitkamaalajit; kalliolouhe ei sovellu	50	4	2100	0,03
	ERISTYSKERROS (soveltuu hyvin)	***	- rengaspaine 3...4 aty - jyräysnopeus $\geq 5$ km/h - jyräyskertamäärää suurentaa sekä eris- tyskerroksen huono alkutiiviys että al- hainen vesipitoisuus	40	3...5	1600...2800	0,02...0,03
	JAKAVA KERROS (soveltuu)	**	- rengaspaine 7...8 aty - jyräysnopeus 9...10 km/h - materiaalin kivisyys < 15 % - vesipitoisuus $W = W_{opt} \pm 2$ %-yks. - eristyskerroksen alkutiiviys $\geq 90...95$ %	30	15	1100	0,05
	KANTAVA KERROS (soveltuu hyvin)	***	- rengaspaine 7...8 aty - jyräysnopeus 9...10 km/h - vesipitoisuus $W = W_{opt} \pm 1$ %-yks. - jakavan kerroksen tiiviys $\geq 97$ %	20	5...6	3100...3200	0,02



(vrt. esim. kohta 3.31). Kerralla työn alle otettavan tieosan pituus vaihtelee tavallisimmin muutamasta kymmenestä metristä 200...300 m:iin. Kun parannustyö tehdään puoli tien leveyttä kerrallaan, tulee työpaikka-järjestelyjen tavoitteena olla toisen ajokaistan pitäminen koko ajan vapaana yleiselle liikenteelle. Tästä syystä levitystyö pyritään aina kuin vain suinkin mahdollista toteuttamaan ns. alapengerryksenä.

Eristyskerroksen ja jakavan kerroksen levitystyön kapasiteettiin vaikuttavat pääasiassa samat tekijät mitä on esitetty jo pengerrystyön yhteydessä kohdassa 3.43. Kun levitys suoritetaan puoli tien leveyttä kerrallaan, vaihtelevat saadut työvuorokapasiteetit ( $K_3$ -kapasiteetit) tavallisimmin välillä 80...100 m<sup>3</sup>itd/h.

### 3.63 Kantavan kerroksen rakentaminen ja vahvistaminen

Kantavan kerroksen kiviaineksella tien kantavuus nostetaan arvoon  $E_2 = 175 \text{ MN/m}^2$  (1750 kp/cm<sup>2</sup>), jos on kysymys päällysrakennetyypeistä 1...4. Alemmilla päällysrakennetyypeillä kantavuustavoite on 150 MN/m<sup>2</sup> (1500 kp/cm<sup>2</sup>). Päällysrakenteen parantamisen yhteydessä kantavaa kerrosta vahvistetaan yleensä koko parannettavalla tieosalla. Työteknisistä syistä on vahvistettavan kerroksen minimipaksuus 0,05...0,10 m. Normaalipoikkeileikkausten mukainen kantavan kerroksen sitomattoman osan enimmäispaksuus on 0,15 m, mutta rakenteen parantamistoissa, lähinnä käytännöllisyyssyistä, kantavan kerroksen materiaalin paksuus voi olla suurempikin. Kantavan kerroksen kiviaineksena käytetään soraa, murskesoraa tai mursketta. /19/

#### Työmenetelmät

Sitomaton kantava kerros tehdään joko aikaisemmin rakennetun jakavan kerroksen tai suoraan vanhan tien päällysrakenteen päälle. Yleisen liikenteen käytössä olevilla teillä kantava kerros levitetetään lähes poikkeuksetta puoli tien leveyttä kerrallaan. Tavallisesti kantavan kerroksen sitomaton osa rakennetaan kahtena kerroksena, jolloin työvaiheet ovat seuraavat:

- kantavan kerroksen alustan (=jakavan kerroksen yläpinnan tai vanhan tien pinnan) tarvittava käsittely
- alemman kerroksen levitys ja tasaus
- välijyrsäys (tarvittaessa)
- ylemmän kerroksen levitys ja tasaus
- tiivistys
- muotoilu
- viimeistely

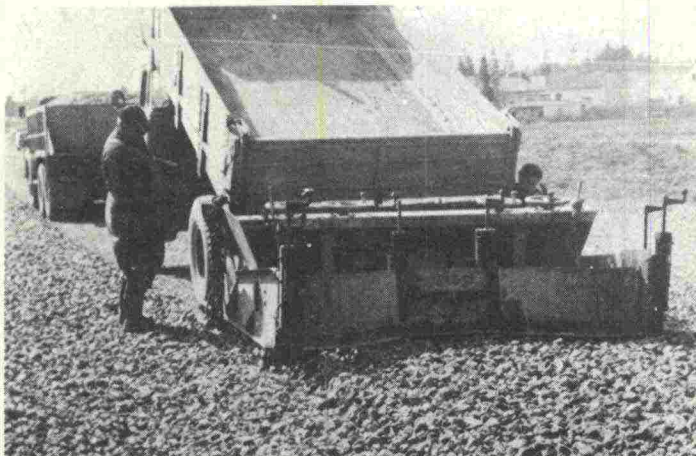
Kantavan kerroksen levitys suoritetaan purkamalla kuormat 20...60 m matkalle tasaiseksi matoksi kuljetusvälineeseen kiinnitettyä säädettävää perälautaa tai levityskelkkaa (kuva 26) apuna käyttäen. Levityspituuteen



vaikuttavat kuorman suuruus, kerrosvahvuus, kiviaineksen laatu ja työolosuhteet. Tarvittaessa levityksessä käytetään lisäksi tiehöylää tai neli-pyörävetoista, puskulevyllä varustettua pyörätraktoria. Levitetyn kerroksen tasaus tehdään tiehöylällä 100...200 m pituisissa osissa levitystyön edistymisen mukaan. Mikäli kantava kerros rakennetaan kahtena kerroksena, alemman kerroksen tasaustyön (ns. välitasaus) välttämättömyys riippuu lähinnä kerroksen levitysvaiheessa aikaansaadusta pinnan tasaisuudesta.

Kantavan kerroksen kukin osa tiivistetään täry- tai kumipyöräjyrällä kuvan 25 ohjearvoja noudattaen.

Kantavan kerroksen muotoilu käsittää varsinaisen muotoiluhöyläyksen lisäksi liikenteen aiheuttamien kulumis- ja painumakohtien paikkauksen lisäksi viaineeksella, tarvittaessa pinnan kastelun ennen höyläystä sekä pinnan jyräyksen kevyellä täryjyrällä (JT00) tai kumipyöräjyrällä (JK20).



Kuva 26. Levityskelkka

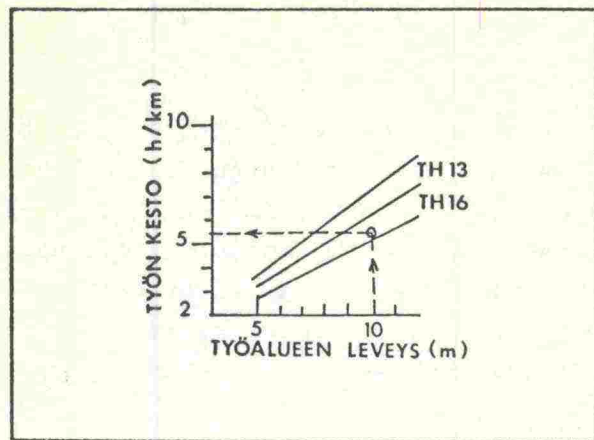
Kantavan kerroksen viimeistely suoritetaan tavallisimmin juuri ennen päällystystyötä. Tällöin kastelun, höyläyksen ja jyräyksen avulla sitomattoman kantavan kerroksen yläpinta saatetaan lopulliseen, suunnitelman mukaiseen kaltevuuteen ja korkeustasoon.

Kun kantava kerros rakennetaan puoli tien leveyttä kerrallaan, saattavat työkohteen järjestelyt vaihdella melko paljon ososuhteista riippuen. Yleensä kantava kerros levitetään vähintään 300...500 m:n pituisissa osissa joko vuorotellen tien kummallekin puolelle tai tekemällä ensin useampi perättäinen jakso, joskus useita kilometrejäkin, tien toiselle puolelle ja siirtymällä vasta tämän jälkeen viereiselle ajokaistalle.

Työkohteen ohi kulkeva yleinen liikenne ei sanottavasti häiritse työn suoritusta, sillä työkoneiden liikkeet ovat kaikissa työvaiheissa ajoradan suuntaisia ja työskentelyssä tarvitaan hyvin vähän kääntymisiä. Liiken-







Kuva 30. Kantavan kerroksen viimeistelyhöyläyksen kesto /7/

### 3.64 Lämpöeristeiden rakentaminen tien päällysrakenteeseen

Lämpöeristeitä käytetään tavallisimmin tien eristyskerroksessa ja siirtymäkiilloina tasoittamassa tien epätasaisia routanousuja. Rakenteen parantamistyömailla lämpöeristerakenteiden rakentaminen tulee kysymykseen routivien tiekohtien massanvaihdon yhteydessä. Lämpöeristeet sijoitetaan yleensä noin 0,70 m syvyyteen tien pinnasta kuvan 31 periaatepiirroksen mukaisesti.

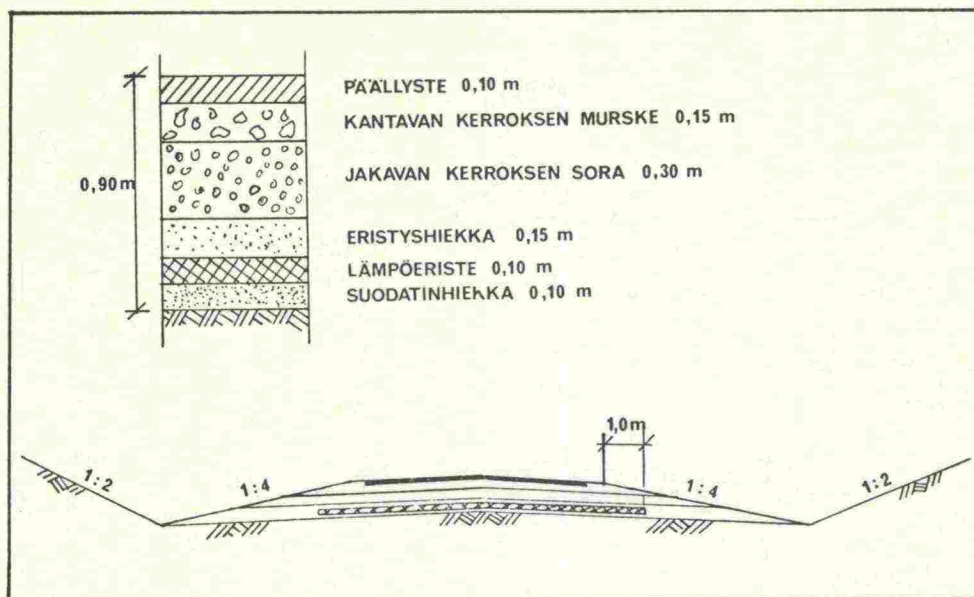
Lämpöeristemateriaalit ovat enimmäkseen tehdasvalmisteisia. Meillä käytetään tierakenteisiin yleisimmin solumuoveja eli polystyrenejä ja jo aikaisemmin käsiteltyä kevytsoraa. Jonkin verran on edellä mainittujen lisäksi tehty päällysrakenteita, joissa lähinnä kokeilu- ja tutkimusmielissä on käytetty mm. vuorivillaa, lasivillaa, lastuvillaa, masuunikuonaa, turvetta, parkkia ja sahanpurua sekä bitumilla tai sementillä sidottuja lämpöeristemateriaaleja (mm. kevytsoraa ja masuunikuonaa) sijoitettuna kantavaan kerrokseen tai erilaisiin yhdistettyihin rakenteisiin. Tässä yhteydessä rajoitutaan lämpöeristeistä tarkastelemaan vain solumuovilevyjä ja lähinnä niiden sijoittamista tien eristyskerrokseen. /21/

#### Työmenetelmät

Lämpöeristeiden asentaminen tien eristyskerrokseen tapahtuu useimmiten puoli tien leveyttä kerrallaan. Työ aloitetaan poistamalla tien vanhat rakennekerrokset. Kaivussyvyys on yleensä 0,80...1,0 m. Eristelevyt suojataan asennusvaiheessa molemmiin puolin ohuella hiekkakerroksella (kuva 31).

Lämpöeristekerroksen paksuus vaihtelee 50...150 mm tien routimisominaisuuksista riippuen. Eristyslevyjen asennus suoritetaan limittämällä ne 5 mm:n kerroksina päällekkäin siten, että levyjen saumat tulevat eri kohtiin (kuva 32). Työkohteen molemmissa päissä ja tien reunoilla levyt porrastetaan kiillamaisesti kuvan 33 periaatteiden mukaisesti.



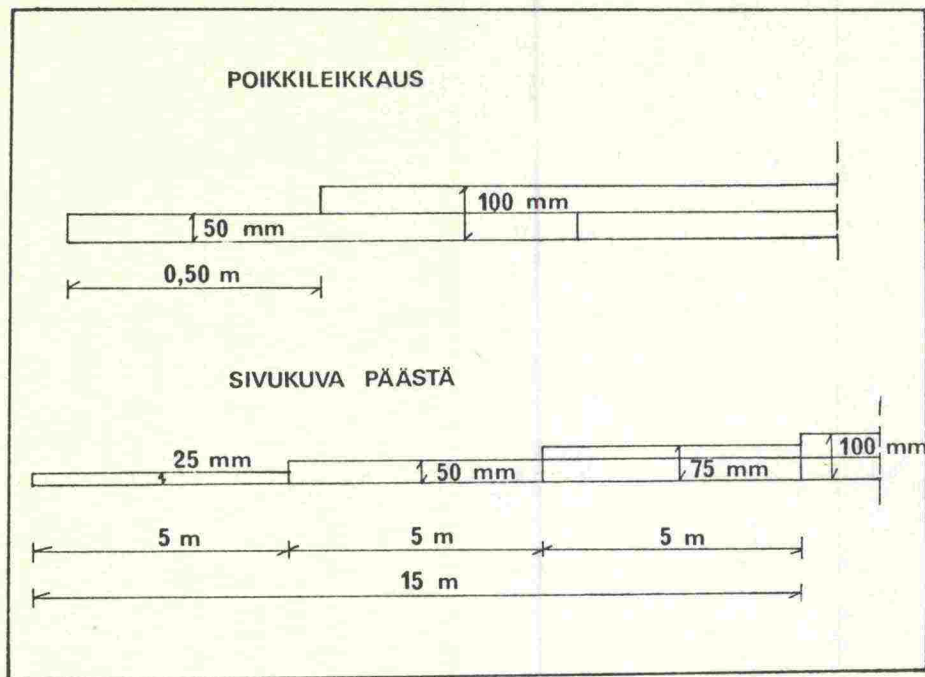


Kuva 31. Esimerkki lämpöeristeen sijoittamisesta tien eristyskerrokseen /22/



Kuva 32. Eristelevyjen asentaminen tien eristyskerrokseen

Jos lämpöeristeen päälle tehtävän eristyskerroksen paksuus on vähintään 0,20 m, levitys voidaan suorittaa puskulevyllä varustetulla pyörätraktorilla tai kevyellä telapuskutraktorilla. Ohuemmat kerrokset joudutaan levittämään ja tasaamaan miestyönä eristelevyjen rikkoontumisen välttämiseksi. Kerroksen tiivistäminen samoin kuin tien muut rakennuskerrokset tehdään tämän jälkeen normaalien työtapojen mukaisesti (vrt. kohdat 3.62 ja 3.63).



Kuva 33. Lämpöeristelevyjen porrastaminen työalueen päässä ja tien reunoilla. (Käytettävät mitat riippuvat paikallisista routimisolosuhteista).

Koska lämpöeristeiden asennus on tavallaan vain yksi lisävaihe siinä työketjussa, joka käsittää vanhan tierakenteen leikkauksen ja uusien päällysrakennekerrosten teon, noudatetaan työpaikkajärjestelyissä, liikenteen ohjauksessa jne. pääpiirteissään samoja periaatteita kuin edellä on jo esim. tien leikkauksen yhteydessä esitetty.

Työn edistyminen riippuu lähinnä kaivutyön suorituksesta. Turhien odotusaikojen välttämiseksi on levyjen asentaminen ja päälle tulevien muiden rakennekerrosten rakentaminen syytä aloittaa vasta kun tiepohjalla on riittävästi esteetöntä työskentelytilaa.

Itse eristyslevyjen asennus käy työhön tottuneelta toimintayksiköltä suhteellisen nopeasti. Tehtyjen työntutkimusten mukaan on työsaavutuksissa päästy 100...140 m<sup>2</sup>:iin/h (K3-kapasiteetti).

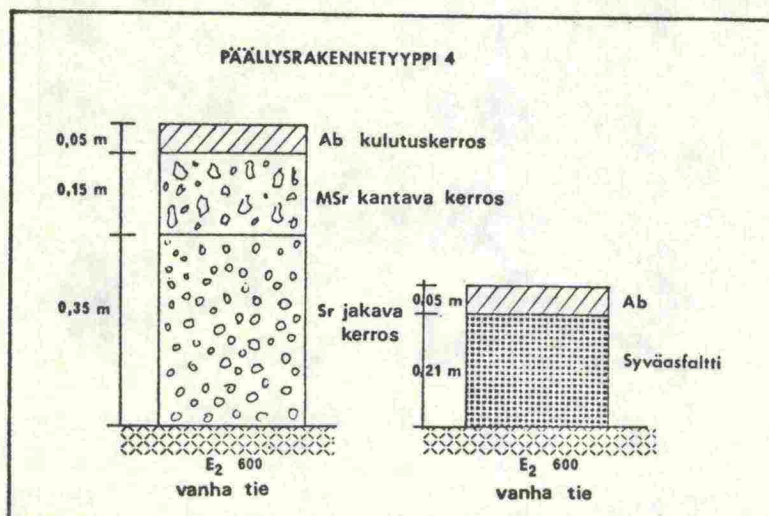
### 3.65 Päällysrakenteen parantaminen syväasfaltilla

Syväasfalttirakenteessa tien normaalit päällysrakennekerrokset korvataan joko kokonaan tai osittain bitumilla sidotuilla rakennekerroksilla. Rakenteen parantamisen yhteydessä syväasfaltin käyttö tarkoittaa tien päällysrakenteen vahvistamista rakentamalla vanhan tien päälle pelkästään bitumilla sidottuja rakennekerroksia. Yleensä syväasfalttimassa on tarkoituksenmukaista tehdä karkeasta, lievästi jalostetusta tai jalostamattomasta luonnonsorasta, jonka maksimiraekoko on 50...60 mm. Sideaineena syväas-



faltissa käytetään tavallisimmin bitumia B65...B200.

Vanhalle tielle tehtävän syväasfalttirakenteen paksuus saattaa vaihdella muutamasta kymmenestä mm:stä noin 0,30 m:iin tien aikaisemmasta kantavuudesta riippuen. Kuvassa 34 on esimerkki syväasfaltilla ja sitomattomilla materiaaleilla parannetuista tierakenteista (TVL:n Uudenmaan piiri). /5/



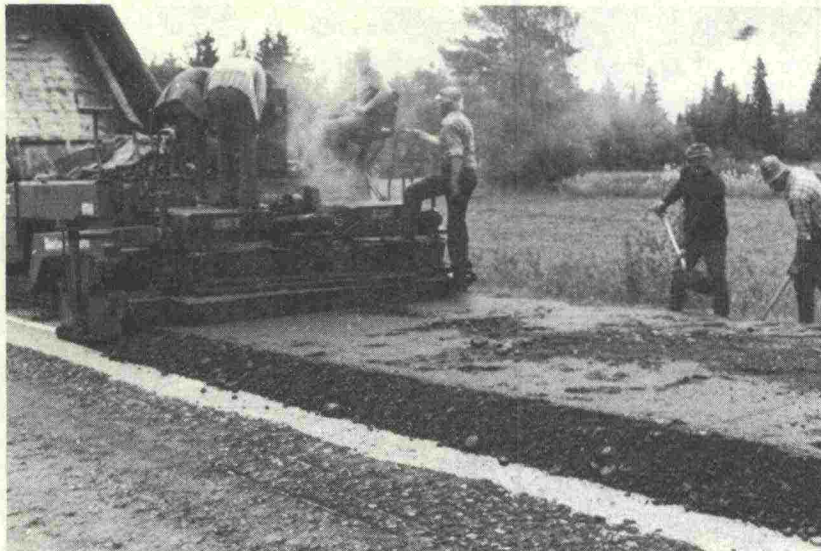
Kuva 34. Sitomattomilla materiaaleilla ja syväasfaltilla parannettu tierakenne

#### Työmenetelmät

Ennen syväasfalttimassan levittämistä vanhan tien pinta tasataan ja muotoillaan kuhunkin tilanteeseen sopivalla tavalla. Syväasfalttoinnin yhteydessä massan valmistukseen käytetään yleensä normaalia asfaltinsekoitusasemaa. Asema voi olla joko annossekoitteinen tai jatkuvasekoitteinen. Valmis massa kuljetetaan levityskohteeseen kuorma-autoilla.

Syväasfaltin levitys tapahtuu puoli tietä kerrallaan yleisen liikenteen käyttäessä samanaikaisesti tien toista ajokaistaa (kuva 35). Tavallisesti massa levitetään useampana kerroksena. Yhdellä kertaa levitettävän kerroksen suurin paksuus on materiaalin ominaisuuksista riippuen 0,10... 0,15 m. Paksumpien kerrosten levityksessä ei ainakaan nykyisellä kalustolla ole saatu kovin hyviä tuloksia. Alimman kerroksen syväasfalttimassa voidaan levittää vanhan tien päälle telapuskutraktorilla, tiehöylällä tai normaalilla pyörillä tai teloilla varustetulla asfaltinlevittimellä. Yläpuoliset kerrokset levitetään asfaltinlevittimellä, jossa on esitiivistävä tärytin.

Kerrosten tiivistäminen suoritetaan kumipyörä- ja sileävalssijyrillä. Yleensä yhtä levitintä kohti käytetään 2...3 jyrää.



Kuva 35. Syväasfaltin levitystä vanhan tien päälle

Syväasfaltin levitystyön aikana liikennejärjestelyissä noudatetaan tavanomaista menettelyä liikennemerkkeineen, puomeineen ja liikenteen ohjaajineen. Yleensä syväasfalttoinnin suoritukseen aiheuttavat eniten häiriötä kuljetuskaluston puute sekä toisaalta levityskoneiden konerikot ja liian paksuina kerroksina tapahtuvan levityksen aiheuttamat massan syöttöhäiriöt levityskoneissa. Lisäksi syväasfalttoinnin työsaavutus riippuu mm. sekoitusaseman kapasiteetista ja levitystyössä käytettävän työryhmän ammattitaidosta. Levitetyn kerroksen paksuudesta riippuen työvuorokapasiteetit ovat pinta-alana ilmaistuna yleensä vaihdelleet  $500...600 \text{ m}^2/\text{h}$ .

#### 4. Y H T E E N V E T O

Tutkimus käsittelee tien rakenteen parantamista ja rakenteen parantamistyömaan töitä. Päähuomio on kiinnitetty rakenteen parantamistoissa käytettäviin työmenetelmiin.

Tutkimus perustuu vuosina 1973...1974 eri tie- ja vesirakennuspiireissä tehtyihin työntutkimuksiin, kirjallisuuteen, haastatteluihin sekä tie- ja vesirakennuslaitoksen raporttitietoihin.

Tien rakenteen parantaminen on tutkimuksessa rajattu tarkoittamaan sellaisia vanhan tien liikennekelpoisuuden lisäämiseksi tehtäviä toimenpiteitä, jotka parantavat tien rakennetta ja poikkileikkausta, mutta vain rajoitetussa määrin muuttavat tien linjausta ja tasausta.

Tutkimuksessa on esitetty rakenteen parantamistyömaan työluettelo, johon on pyritty kokoamaan mahdollisimman paljon sellaisia töitä, jotka jossakin parantamisen vaiheessa saattavat tulla kysymykseen. Tutkimuksessa



on tarkasteltu myös rakenteen parantamistöiden työmääriä. Keskeisimmän osan rakenteen parantamistöistä muodostavat päällysrakennetyöt, maan leikkaus- ja pengerrystyöt sekä kuivatustyöt.

Tavallisimmista rakenteen parantamistöiden työmenetelmistä on tutkimuksessa esitetty yksityiskohtainen kuvaus. Työn suorituksen ja työssä käytettävän toimintayksikön ohella on huomiota kiinnitetty myös työpaikkajärjestelyihin ja liikennejärjestelyjen asianmukaiseen hoitamiseen. Eri tie- ja vesirakennuspiireissä tehdyt työntutkimukset osoittavat, että rakenteen parantamistyömailla käytettävät työmenetelmät saattavat vaihdella paljonkin paikallisten olosuhteiden mukaan. Rakenteen parantamisen työmenetelmät poikkeavat useimmiten ainakin jonkin verran uuden tien rakentamisen vastaavista menetelmistä. Olemassa olevaa tierakennetta ja entisiä materiaaleja pyritään rakenteen parantamisessa käyttämään hyväksi mahdollisimman paljon. Tämä vaikuttaa niin parantamistoimenpiteiden luonteeseen kuin myös käytettäviin työmenetelmiin. Erityisen suuri merkitys rakenteen parantamistöiden työmenetelmiin on yleisen liikenteen järjestyksellä työn aikana. Yleensä liikenne joudutaan ohjaamaan työkohteen läpi, jolloin parantaminen on suoritettava puoli tien leveyttä kerrallaan. Tästä on seurauksena koneiden työskentelytilojen rajoittuminen, työn eri osavaiheiden yhteensovittamisen vaikeutuminen sekä yleinen katkonaisuus kaikissa työmaalla tapahtuvissa toiminnoissa. Etenkin työmaalla suoritettavat tierakennusmateriaalien kuormaus-, purku- ja levitystyöt vaikeutuvat tällaisissa tapauksissa huomattavasti. Rakenteen parantamistyömailla on näin ollen aina, mikäli mahdollista, pyrittävä järjestämään kiertotie parantamistöiden toteuttamisen helpottamiseksi.

Tutkimus on tarkoitettu pääasiassa rakenteen parantamistyömaan töitä koskeväksi yleisselvitykseksi. Tutkimuksen tietoja voidaan myöhemmin käyttää hyväksi tehtäessä taloudellisuusstandardeja rakenteen parantamisen osavaiheista, työmenetelmistä ja eri töiden työsaavutuksista.

# KIRJALLISUUSLUETTELO :

1. Tien parantamissuunnitelmat, ohjeluonnos, TVH Helsinki 1971.
2. Yleisten teiden tekemisen ja kunnossapidon toimenpideohjelma vuosille 1976 - 1980, TVH Helsinki 1974.
3. Avo-ojat, julkaisematon käsikirjoitus, TVH.
4. Lehtipuu E., Tien sivuoja - palvelija vai itsetarkoitus? Tielehti (1971):6.
5. Nevala E., Tien rakenteen parantaminen, Työselitys, Helsinki 1973.
6. Urmas V., Tien kuivatustöiden teknistaloudellisesta toteutuksesta, diplomityö, Helsinki 1974.
7. Maarakennusalan taloudellisuusstandardit, TVH n:ot 1.444, 1.447, 1.449.
8. Normaalimääräykset ja ohjeet, jotka koskevat yleisten teiden suunnittelua, rakentamista ja kunnossapitoa, TVL Helsinki.
9. Nieminen P.R. , Rumpujen uusiminen, raportti 31.04.1974.
10. Liikenne- ja väyläsuunnittelu, käsikirja, Suomen Rakennusinsinöörien liitto, Helsinki 1973.
11. Tien rakennustyöt, Yleinen työselitys, TVH n:ot 2.454...2.461, Helsinki 1974.
12. Maarakennusalan tutkimus- ja suunnitteluohjeita, osa IV, TVH n:o 2.660, Helsinki 1970.
13. Räjäytystyöt, TVL:n työsuojeluohje n:o 3, TVH n:o 1.123 Helsinki 1973.
14. Stabiloitiohjeet, Kalkki- ja sementtistabilointi, TVH:n maatutkimustoimisto, TVH n:o 2.614, Helsinki 1972.
15. Weckström L., Maabetonin käyttö valtaamassa alaa tienrakennuksessa, Rakennustaito (1974):17.
16. Matilainen A., Maan leikkaus ja pengerrys, diplomityö, TVH n:o 2.845, Helsinki 1972.
17. Helenelund K.V., Levykuormituskokeen käytöstä louhostäytteen tiiviysasteen tarkkailussa, Lausunto, Helsinki 1973.
18. Kevytsoratiedote 3/71, Kevytsoramyynti, Vammala 1971.
19. Nevala E., Tien rakenteen parantamisen suunnittelusta, Luento suunnittelutoimialan neuvottelupäivillä Kuopiossa 1973.
20. Saarela A., Maakerrosten tiivistäminen, TVH n:o 2.871, Helsinki 1974.
21. Tien ja kadun rakenteellinen suunnittelu, Insinöörijärjestöjen Koulutuskeskus 131 - 74, Helsinki 1974.
22. Pohjanen E., Polystyreenien taloudellisista käyttömahdollisuuksista tienrakennuksessa, Tierakennusmestari (1973):1.
23. Hakunti K., Tien rakenteen parantamisesta, diplomityö, Helsinki 1975.



ISBN 951-46-1577-8

ISBN 951 - 46 - 1577 - 8